

# SISTEMA DE RECOGIDA DE RUTAS Y ANÁLISIS DE LAS MISMAS PARA PLATAFORMAS MÓVILES

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID



**GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA**  
**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

AUTORA: Ana Hinojosa Sánchez  
TUTOR: Alejandro Calderón Mateos



Título: Sistema de recogida de rutas y análisis de las mismas para plataformas móviles.

Autora: Ana Hinojosa Sánchez

Tutor: Alejandro Calderón Mateos

EL TRIBUNAL

Presidente: \_\_\_\_\_

Vocal: \_\_\_\_\_

Secretario: \_\_\_\_\_

Realizado el acto de defensa y lectura del Proyecto Fin de Carrera el día \_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_  
en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, acuerda  
otorgarle la CALIFICACIÓN de

VOCAL

SECRETARIO

PRESIDENTE



## AGRADECIMIENTOS

*“Bueno, bueno, bueno” - dijo la vaca al heno.*

Con una dioptría de miopía más y el mismo estuche con el que empecé el instituto, termino la carrera y voy a ser ingeniera. Y no una ingeniera cualquiera, no: Ingeniera Informática. De esos a los que nos llaman *frikis*, raros, *nerds*... Pero también de esos que te arreglan desde canal de inglés del *Vaughan* de tu casa hasta la tostadora si es necesario.

Muchos años estudiando, muchas personas a las que dar las gracias.

Primero de todo a mi tutor, Alejandro Calderón. Por ser uno de los mejores profesores que he tenido durante la carrera y darme la oportunidad de hacer este TFG. Tranquilo, creo que Ernesto ya no tiene más amigos buscando proyectos. Gracias por tu paciencia, consejos y por aguantarnos siempre de tres en tres.

A mis padres. Por el enorme esfuerzo económico que han hecho para que mi hermana y yo estudiásemos una carrera y por inculcarnos siempre que hay que esforzarse en la vida para tener un futuro mejor.

Gracias también a mi hermana, por aguantar mis malos humores derivados del agobio de clases, exámenes y prácticas con una paciencia infinita y alimentarme durante todos estos años en los que a veces no tenía tiempo ni para respirar.

A todos mis amigos y familia, pero especialmente a mis primos, a Cris, a Bea y al resto del grupo “Último superviviente” porque de tanto escuchar mis historias y lamentos deberían convalidaros 1º de Ingeniería como mínimo.

Gracias a todos mis compañeros y amigos que he conocido todos estos años en la carrera, muy especialmente a: David, Lore, Víctor y Mario. A Ernesto (sí, aunque no te juntásemos al principio), Miguel, Rober, Litos y Jessy. Por todos esos días de record haciendo prácticas, por todos los ratos en el césped, 100 Montaditos, Moja y Pica, Manicomio (y mejor paro aquí la lista de bares) y por ayudarme siempre en todo lo que he necesitado. Pero sobretodo, por todos los buenos ratos y risas con vosotros.

A mis Charlies de la selección de basket de universidad con las que he compartido dos años increíbles (pese a la tontería esa de romperme el codo y la muñeca...). Una de las cosas que más voy a echar de menos es jugar con vosotras.

Y finalmente, al Pack de Fuenla: Sandra y Sergio. Desde 3ºESO estudiando juntos y me parece poco. No hay suficiente espacio para daros las gracias por todas las cosas especiales que he vivido con vosotros: GRACIAS por las pellas más surrealistas, ridículas, desafortunadas e increíblemente divertidas de toda mi vida, por esas tardes en las que quedábamos para hacer prácticas y terminábamos jugando a los Sims, por el suspenso más divertido de mi vida, por las fotos de array, por todos los días que nos íbamos a desayunar cerveza en lugar de ir a clase, por el día que camino de la uni acabamos en Sol,.. Gracias por todo. Esto no acaba aquí. Nos vemos en los bares.



## RESUMEN

Hoy en día muchas de las acciones que realizamos en la vida diaria llevan asociada una componente geográfica, como por ejemplo: buscar en mapa, realizar actividades deportivas, calcular rutas de un punto a otro, localización de un dispositivo perdido, etc.

Por ello, existen numerosos sistemas que ofrecen diversos servicios de localización: los que se basan en la ubicación geográfica del dispositivo, como los dispositivos GPS o los sistemas de captura de rutas, y los que utilizan la ubicación geográfica como algo complementario a su funcionamiento, como por ejemplo las redes sociales.

Sin embargo, uno de los principales inconvenientes de este tipo de sistemas es que los datos asociados a la geolocalización están alojados en un servidor y no al alcance del usuario para su consulta y/o personalización.

Por esta razón, y aprovechando las características ofrecidas por los dispositivos móviles, se plantea el análisis, diseño e implementación de una aplicación para plataformas móviles que:

- Realice la captura de rutas utilizando el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) del dispositivo móvil.
- Almacene las rutas capturadas y su información asociada para su posterior consulta y personalización.

## ABSTRACT

Nowadays many of the actions we daily perform have a geographic component, such as: searching on a map, practicing sports, calculating routes from one point to another, locating a lost device, etc.

Thus there are a large number of systems that offer different services of localization: the ones that are based on the geographic location of the device, such as the GPS devices or the systems that catch routes, and the ones that use the geographic location as something complementary to its functions, such as the social networks.

However, one of the main disadvantages of these types of systems is that the data related with the geolocation are hosted in a server and are not reachable for users for their consult and/or personalization.

For this reason, and taking advantage of the characteristics offered by the mobile devices, it is proposed the analysis, design and implementation and application for mobile platforms that:

- Perform the obtainment of routes using the Global Positioning System (GPS) of the mobile device.
- Storage of the obtained routes and their related information for their posterior consult and personalization.



## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	5
RESUMEN .....	7
ABSTRACT .....	8
ÍNDICE.....	9
ÍNDICE DE TABLAS .....	13
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	16
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	17
1.1.    MOTIVACIÓN.....	17
1.2.    OBJETIVOS .....	19
1.3.    ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO .....	20
1.4.    ACRÓNIMOS .....	21
1.5.    GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	22
CAPÍTULO 2. ESTADO DEL ARTE .....	24
2.1.    APLICACIONES DE RECOGIDA DE RUTAS.....	24
CAPÍTULO 3. ANÁLISIS INICIAL .....	27
3.1.    METODOLOGÍA Y CICLO DE VIDA .....	27
3.1.1. METODOLOGÍA.....	27
3.1.2. CICLO DE VIDA .....	27
3.2.    EQUIPO DE TRABAJO .....	29
3.3.    MARCO LEGAL .....	30
3.3.1. LEY DE PROTECCIÓN DE DATOS (LOPD) .....	30
3.3.2. LEY DE PROPIEDAD INTELECTUAL .....	30
3.4.    TECNOLOGÍA APLICADA .....	31
3.4.1. TIPO DE APLICACIÓN .....	31
3.4.2. PLATAFORMA MÓVIL PRINCIPAL .....	34
3.4.3. ENTORNO DE DESARROLLO INTEGRADO .....	38
3.4.4. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE DATOS EN EL SISTEMA.....	39
3.4.5. SISTEMAS DE MAPAS.....	41
3.4.6. OTRAS HERRAMIENTAS .....	42
3.4.7. RESUMEN HERRAMIENTAS ELEGIDAS.....	43
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS .....	44
4.1.    REQUISITOS DE USUARIO.....	44

4.1.1. REQUISITOS DE CAPACIDAD .....	44
4.1.2. REQUISITOS DE RESTRICCIÓN .....	46
4.2. CASOS DE USO .....	48
4.2.1. DIAGRAMA DE CASOS DE USO .....	48
4.2.2. ESPECIFICACIÓN DE ACTORES DEL SISTEMA .....	48
4.2.3. DEFINICIÓN DE LOS CASOS DE USO .....	49
4.2.4. MATRIZ DE TRAZABILIDAD: REQUISITOS USUARIO/CASOS DE USO .....	52
4.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA .....	53
4.3.1. FUNCIONAMIENTO GENERAL .....	53
4.3.2. DESCRIPCIÓN DE LA FUNCIONALIDAD .....	53
4.4. REQUISITOS DE SOFTWARE .....	56
4.4.1. REQUISITOS FUNCIONALES .....	56
4.4.2. REQUISITOS NO FUNCIONALES .....	59
4.4.3. MATRIZ DE TRAZABILIDAD: REQUISITOS USUARIO/REQUISITOS SOFTWARE .....	61
4.5. ENTORNO TECNOLÓGICO .....	62
CAPÍTULO 5. DISEÑO .....	63
5.1. INTERFACES DEL SISTEMA Y NAVEGACIÓN DE PANTALLAS .....	63
5.1.1. DISEÑO DE LA INTERFAZ DE USUARIO .....	63
5.1.2. DIAGRAMA DE NAVEGACIÓN DE PANTALLAS .....	65
5.2. DISEÑO DE DATOS .....	69
5.2.1. MODELO ENTIDAD/RELACIÓN .....	69
5.2.2. MODELO RELACIONAL .....	70
5.3. DISEÑO DE LAS PRUEBAS .....	73
5.3.1. ENTORNO DE PRUEBAS .....	73
5.3.2. PRUEBAS DEL SISTEMA .....	74
5.3.3. PRUEBAS DE ACEPTACIÓN .....	77
CAPÍTULO 6. IMPLEMENTACIÓN .....	79
6.1. CAPTURA DE UNA RUTA .....	79
6.1.1. PROBLEMAS ENCONTRADOS .....	79
6.2. RECONSTRUCCIÓN Y DIBUJO DEL RECORRIDO DE UNA RUTA .....	85
6.2.1. CREACIÓN DE UN MAPA .....	85
6.2.2. INSERCIÓN DE MARCADORES .....	86
6.2.3. DIBUJO DE LA RUTA MEDIANTE POLILÍNEAS .....	86
6.3. CÁLCULO DE LA RUTA MÁS CORTA .....	87

6.3.1. PROBLEMAS ENCONTRADOS .....	88
CAPÍTULO 7. IMPLANTACIÓN .....	89
7.1. REQUISITOS MÍNIMOS DEL SISTEMA .....	89
7.2. INSTALACIÓN.....	90
7.2.1. DESDE GOOGLE PLAY .....	90
7.2.2. DESDE LA TARJETA SD .....	90
CAPÍTULO 8. EVALUACIÓN .....	91
8.1. PRUEBAS DEL SISTEMA.....	91
8.1.1. RESULTADOS OBTENIDOS .....	91
8.1.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	93
8.2. PRUEBAS DE ACEPTACIÓN .....	94
8.2.1. RESULTADOS OBTENIDOS .....	94
8.2.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	96
CAPITULO 9. GESTIÓN DEL PROYECTO.....	98
9.1. PLANIFICACIÓN.....	98
9.1.1. PLANIFICACIÓN INICIAL.....	98
9.1.2. DESARROLLO REAL DEL PROYECTO.....	101
9.2. PRESUPUESTO .....	103
9.2.1. PRESUPUESTO INICIAL.....	103
9.2.2. PRESUPUESTO PARA EL CLIENTE .....	105
9.2.3. COSTE REAL .....	105
9.3. DESVIACIONES.....	108
CAPÍTULO 10. CONCLUSIONES .....	110
10.1. CONLUSIONES PERSONALES .....	110
10.2 CONCLUSIONES DE PRODUCTO .....	111
10.3. CONCLUSIONES DE PROCESO.....	113
CAPÍTULO 11. TRABAJOS FUTUROS .....	114
REFERENCIAS.....	116
ANEXO A. PLANTILLAS .....	119
1. REQUISITOS .....	119
2. CASOS DE USO.....	120
3. PRUEBAS DEL SISTEMA.....	121
4. PRUEBAS DE ACEPTACIÓN.....	122
ANEXO B: MANUAL DE USUARIO .....	123

1. ASPECTOS DE CONFIGURACIÓN.....	123
2. FUNCIONES DE LOS ICONOS.....	124
3. INICIO DE LA APLICACIÓN.....	125
3.1. PRIMER INICIO.....	125
3.2. INICIOS POSTERIORES.....	126
4. CAPTURAR RUTA .....	127
5. GESTIÓN DE RUTAS .....	129
5.1. ORDENACIÓN DE LA LISTA DE RUTAS.....	129
5.2. VISUALIZACIÓN DE UNA RUTA .....	130
5.3. EDICIÓN DE UNA RUTA.....	131
5.4. ELIMINAR UNA RUTA .....	132
6. PERFIL DE USUARIO .....	133
6.1. EDICIÓN DEL PERFIL .....	133
6.2. INDICACIONES AL DOMICILIO .....	134

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Acrónimos.....	21
Tabla 2. Glosario de términos .....	23
Tabla 3. Resumen características aplicaciones de recogida de rutas .....	25
Tabla 4. Resumen herramientas elegidas .....	43
Tabla 5. RUC-001 .....	44
Tabla 6. RUC-002 .....	44
Tabla 7. RUC-003 .....	44
Tabla 8. RUC-004 .....	45
Tabla 9. RUC-005 .....	45
Tabla 10. RUC-006 .....	45
Tabla 11. RUC-007 .....	45
Tabla 12. RUC-008 .....	45
Tabla 13. RUC-009 .....	45
Tabla 14. RUC-010 .....	46
Tabla 15. RUC-011 .....	46
Tabla 16. RUC-012 .....	46
Tabla 17. RUC-013 .....	46
Tabla 18.- RUR-001.....	46
Tabla 19. RUR-002 .....	47
Tabla 20. RUR-003 .....	47
Tabla 21. RUR-004 .....	47
Tabla 22. Actor del sistema A-001.....	48
Tabla 23. CU-001 .....	49
Tabla 24. CU-002 .....	49
Tabla 25. CU-003 .....	50
Tabla 26. CU-004 .....	50
Tabla 27. CU-005 .....	50
Tabla 28. CU-006 .....	51
Tabla 29. CU-007 .....	51
Tabla 30. CU-008 .....	51
Tabla 31. CU-009 .....	52
Tabla 32. Matriz trazabilidad: requisitos/casos de uso.....	52
Tabla 33. RSF-001 .....	56
Tabla 34. RSF-002 .....	56
Tabla 35. RSF-003 .....	56
Tabla 36. RSF-004 .....	56
Tabla 37. RSF-005 .....	57
Tabla 38. RSF-006 .....	57
Tabla 39. RSF-007 .....	57
Tabla 40. RSF-008 .....	57
Tabla 41. RSF-009 .....	57
Tabla 42. RSF-010 .....	58

Tabla 43. RSF-011 .....	58
Tabla 44. RSF-012 .....	58
Tabla 45. RSF-013 .....	58
Tabla 46. RSF-014 .....	58
Tabla 47. RSF-015 .....	59
Tabla 48. RSF-016 .....	59
Tabla 49.- RSNF-001 .....	59
Tabla 50. RSNF-002 .....	59
Tabla 51. RSNF-003 .....	59
Tabla 52. RSNF-004 .....	60
Tabla 53. Matriz trazabilidad: requisitos usuario/requisitos de software .....	61
Tabla 54. Equipo de trabajo - Ordenador portátil.....	62
Tabla 55. Equipo de trabajo - Smartphone 1 .....	62
Tabla 56. Equipo de trabajo - Smartphone 2 .....	62
Tabla 57. Imágenes predefinidas de los elementos de la interfaz.....	64
Tabla 58. Entidades del modelo entidad/relación .....	69
Tabla 59. Relaciones del modelo entidad/relación.....	69
Tabla 60. Campos tabla usuario .....	71
Tabla 61. Campos tabla ruta .....	71
Tabla 62. Campos tabla coordenada .....	72
Tabla 63. Campos tabla fotografía .....	72
Tabla 64. Dispositivo de prueba 1 - Star B94M.....	73
Tabla 65. Dispositivo de prueba 2 - Orange Monte Carlo / ZTE Skate .....	73
Tabla 66. PRS-001.....	74
Tabla 67. PRS-002.....	74
Tabla 68. PRS-003.....	74
Tabla 69. PRS-004.....	75
Tabla 70. PRS-005.....	75
Tabla 71. PRS-006.....	75
Tabla 72. PRS-007.....	75
Tabla 73. PRS-008.....	76
Tabla 74. PRS-009.....	76
Tabla 75. PRS-010.....	76
Tabla 76. PRS-011.....	76
Tabla 77. PRS-012.....	77
Tabla 78. Matriz trazabilidad Requisitos de Software del sistema/Pruebas.....	77
Tabla 79. Rutas de muestra primera coordenada.....	80
Tabla 80. Tiempo medio entre dos coordenadas.....	83
Tabla 81. PRS-001.....	91
Tabla 82. PRS-002.....	91
Tabla 83. PRS-003.....	91
Tabla 84. PRS-004.....	91
Tabla 85. PRS-005.....	92
Tabla 86. PRS-006.....	92

Tabla 87. PRS-007 .....	92
Tabla 88. PRS-008 .....	92
Tabla 89. PRS-009 .....	92
Tabla 90. PRS-010 .....	92
Tabla 91. PRS-011 .....	92
Tabla 92. PRS-012 .....	93
Tabla 93. Comparación prestaciones dispositivos de prueba .....	93
Tabla 94. Usuarios pruebas de satisfacción .....	94
Tabla 95. PRA-001 .....	94
Tabla 96. PRA-002 .....	95
Tabla 97. PRA-003 .....	95
Tabla 98. PRA-004 .....	95
Tabla 99. PRA-005 .....	95
Tabla 100. PRA-006 .....	96
Tabla 101. PRA-007 .....	96
Tabla 102. PRA-008 .....	96
Tabla 103. PRA-009 .....	96
Tabla 104. Calendario planificación inicial .....	99
Tabla 105. Calendario desarrollo real del proyecto .....	101
Tabla 106. Gasto del personal inicial .....	103
Tabla 107. Gasto de equipos inicial .....	104
Tabla 108. Gastos consumibles iniciales .....	104
Tabla 109. Gastos de viajes y dietas iniciales .....	104
Tabla 110. Estimación de costes totales .....	105
Tabla 111. Presupuesto para el cliente .....	105
Tabla 112. Gasto de personal real .....	106
Tabla 113. Gasto de equipos real .....	106
Tabla 114. Gastos consumibles reales .....	106
Tabla 115. Gastos de viajes y dietas reales .....	107
Tabla 116. Total costes reales .....	107
Tabla 117. Desviación en la planificación .....	108
Tabla 118. Desviaciones costes .....	109
Tabla 119. Desviaciones beneficio .....	109
Tabla 120. Plantilla requisitos de usuario .....	119
Tabla 121. Plantilla casos de uso .....	120
Tabla 122. Plantilla de pruebas del sistema .....	121
Tabla 123. Plantilla de pruebas de aceptación .....	122
Tabla 124. Configuración GPS .....	123
Tabla 125. Funciones de los botones .....	124
Tabla 126. Marcadores .....	130

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ciclo de vida del proyecto .....	28
Ilustración 2. Estudio de mercado SO móviles.....	35
Ilustración 3. Distribución versiones Android .....	37
Ilustración 4. Diagrama de casos de uso .....	48
Ilustración 5. Funcionamiento general de la aplicación.....	53
Ilustración 6. Diseño pantalla .....	63
Ilustración 7. Diagrama de navegación de pantallas.....	65
Ilustración 8. Modelo entidad/relación .....	70
Ilustración 9. Modelo de datos .....	70
Ilustración 10. Primera coordenada errónea .....	80
Ilustración 11. Recorrido erróneo .....	81
Ilustración 12. Coordenada errónea durante el recorrido de una ruta .....	82
Ilustración 13. Siguiente coordenada válida .....	83
Ilustración 14. Ruta incorrecta vs. Ruta correcta.....	84
Ilustración 15. Diagrama de Gantt planificación.....	100
Ilustración 16. Diagrama de Gantt desarrollo real.....	102
Ilustración 17. Menú de aplicaciones.....	125
Ilustración 18. Primer inicio .....	125
Ilustración 19. Menú principal .....	126
Ilustración 20. Captura de una ruta - parte 1.....	127
Ilustración 21. Captura de una ruta - parte 2.....	128
Ilustración 22. Lista de rutas .....	129
Ilustración 23. Panel para la ordenación de rutas.....	129
Ilustración 24. Visualización de una ruta .....	130
Ilustración 25. Ampliación mapa ruta .....	131
Ilustración 26. Información ruta.....	131
Ilustración 27. Cálculo de la ruta más corta .....	131
Ilustración 28. Edición de una ruta .....	132
Ilustración 29. Eliminar ruta .....	132
Ilustración 30. Perfil de usuario .....	133
Ilustración 31. Edición del perfil de usuario .....	133
Ilustración 32. Indicaciones domicilio .....	134



## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se ofrece una visión global del proyecto realizado y documentado en la presente memoria, detallando las motivaciones que llevaron a su realización y los objetivos perseguidos con su desarrollo.

### 1.1. MOTIVACIÓN

Hoy en día muchas de las acciones que realizamos en la vida diaria llevan asociada una componente geográfica: buscar en mapas, realizar actividades deportivas, calcular rutas de un punto a otro, localización de un dispositivo perdido, etc.

Por ello, existen numerosos sistemas (aplicaciones móviles, sistemas empujados, páginas web etc.) que ofrecen numerosos servicios de localización. Estos sistemas se pueden enmarcar en dos tipos diferentes: los que se basan en la ubicación geográfica del dispositivo, como los dispositivos GPS o los sistemas de captura de rutas, y los que utilizan la ubicación geográfica como algo complementario a su funcionamiento, como por ejemplo las redes sociales (Facebook [1], Instagram [2], Twitter [3], etc.).

Sin embargo, uno de los principales inconvenientes de este tipo de sistemas es que los datos asociados a la geolocalización están alojados en un servidor y no al alcance del usuario para su consulta y/o personalización.

Un ejemplo de este inconveniente lo he visto reflejado directamente en el trabajo que realizaba mi padre, David Hinojosa. Durante años trabajó con un camión como repartidor por toda la ciudad de Madrid y alrededores, por lo que cada día realizaba diferentes rutas en función de los lugares en los que tuviera que hacer una entrega.

Necesitaba información más allá de la que le proporcionaba un GPS (enrutamiento entre dos ubicaciones geográficas) como por ejemplo: almacenar una ruta y los diferentes puntos dónde debía realizar una parada, saber si una zona era una propensa a congestión de tráfico, realizar anotaciones personales sobre el recorrido realizado, etc. Es decir, echaba en falta poder tener recogida toda la información de las rutas que realizaba para poder consultarlas posteriormente con el objetivo de mejorar los servicios de reparto.

Por esta razón, me planteé el desarrollo de un sistema que ofreciera la posibilidad de recoger rutas mediante una señal GPS y almacenarlas para poder analizarlas y personalizarlas posteriormente.

El soporte sobre el que sería desplegado dicho sistema debía ofrecer dos características principales: ser portable y poseer un Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Además se planteaba que el sistema fuera accesible al mayor número de usuarios posibles.

De este modo, se planteó la opción de desarrollar el proyecto para su implantación en plataformas móviles. Esta opción fue elegida frente a otras alternativas existentes como por ejemplo una aplicación de escritorio o un sistema empujado GPS ya que éstos no ofrecían las características adecuadas.

Por un lado, una aplicación de escritorio necesita ser instalada en un ordenador, que no posee GPS y además ofrece muchas dificultades para transportarlo durante la realización de una ruta. Por otro lado, pese a que un sistema empotrado GPS es portable, lleva asociado una serie de inconvenientes que dificulta el acceso a los usuarios:

- **Adquisición del sistema empotrado:** para poder utilizar este sistema los usuarios deben adquirirlo, mientras que si el sistema se desarrolla para su despliegue en dispositivos móviles no es necesario, puesto que, actualmente, la mayoría de las personas poseen uno. Según un estudio de The App Date [4], en España existen 23 millones de usuarios de teléfonos inteligentes. Por esta razón existirían 23 millones de usuarios potenciales del sistema.
- **Actualización y mantenimiento:** las tareas de actualización y mantenimiento del sistema no se pueden realizar de manera sencilla, lo que puede suponer una dificultad para algunos usuarios.

Por tanto, y como resultado a todo lo anteriormente expuesto, se propuso el desarrollo del presente Trabajo de Fin de Grado (TFG): análisis, diseño e implementación de una aplicación para plataformas móviles que:

- Realice la captura de rutas utilizando el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) del dispositivo móvil.
- Almacene las rutas capturadas y su información asociada para su posterior consulta y personalización.

## 1.2. OBJETIVOS

Como se ha explicado en la sección anterior, se propone el desarrollo de un sistema de recogida de rutas y análisis de las mismas para plataformas móviles basado en el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) del dispositivo.

El sistema ofrecerá a los usuarios la posibilidad de:

- **Recoger y almacenar los recorridos de las rutas que realicen.** Éstas podrán ser de diferentes tipos: rutas turísticas, de senderismo, de bicicleta, rutas de reparto, etc. Se pretende desarrollar una aplicación que pueda ser utilizada en diferentes ámbitos y no sea específica para un único tipo de actividad, adaptándose así a las diferentes posibles necesidades de los usuarios.
- **Personalizar las rutas:** podrán añadir fotografías, marcadores en el mapa, anotaciones personales, medios de transporte utilizados durante su realización, etc.
- **Trabajar con las rutas almacenadas:** los usuarios tendrán también la posibilidad de consultar las indicaciones necesarias para repetir la ruta almacenada de la forma más corta, ordenar la lista de rutas almacenadas en base a diferentes criterios, etc.

Para cumplir con la funcionalidad antes mencionada se fijan los siguientes objetivos para el sistema a desarrollar:

- **Recogida del recorrido de una ruta:** el sistema deberá realizar la captura del recorrido de las rutas realizadas por el usuario usando la señal GPS del dispositivo.
- **Almacenamiento de las rutas recogidas:** tras la captura de la ruta ésta deberá ser almacenada en el sistema para que pueda ser consultada por el usuario en el momento que desee. Cada ruta llevará asociada información adicional sobre el recorrido realizado como la duración de la misma, la distancia recorrida, etc.
- **Personalización de rutas:** el sistema ofrecerá la posibilidad de personalizar una ruta pudiendo añadir fotografías, marcadores en el recorrido realizado, anotaciones, etc.
- **Tratamiento con las rutas almacenadas:** el sistema deberá ser capaz de calcular las rutas más cortas utilizando diferentes medios de transporte, ordenar las rutas almacenadas en base a un determinado criterio seleccionado por el usuario, etc.
- **Accesibilidad:** el sistema deberá ser accesible al mayor número de usuarios posible.

### 1.3. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

En esta sección se detalla la estructura del contenido de cada uno de las secciones y anexos en los que está organizado el presente documento con el objetivo de facilitar la lectura del mismo:

- **Capítulo 1. Introducción:** capítulo que describe las motivaciones que han llevado a desarrollar este proyecto y los objetivos que persigue el mismo. También se incluye un listado de acrónimos y un glosario de términos.
- **Capítulo 2. Estado del arte:** descripción y comparación de las distintas aplicaciones existentes para dispositivos móviles para realizar capturas de rutas mediante GPS.
- **Capítulo 3. Análisis inicial:** en este capítulo se define la metodología y ciclo de vida utilizados, marco legal, equipo de trabajo del proyecto y tecnología aplicada.
- **Capítulo 4. Análisis:** en este capítulo se incluye una descripción detallada del sistema a desarrollar. Se incluyen los requisitos de usuario, los casos de uso del sistema, los requisitos de software y el entorno tecnológico a utilizar.
- **Capítulo 5. Diseño:** capítulo en el que se detalla el diseño de las interfaces, los datos y las pruebas.
- **Capítulo 6. Implementación:** presenta los aspectos más relevantes llevados a cabo durante la implementación del sistema y los problemas encontrados durante la misma.
- **Capítulo 7. Implantación:** en este capítulo se detallan los aspectos necesarios para realizar la implantación del sistema. Para ello se establecen los requisitos mínimos, las indicaciones para la correcta instalación y el manual de usuario.
- **Capítulo 8. Evaluación:** en este capítulo se incluyen los resultados de las pruebas especificadas en el diseño y un análisis de los mismos.
- **Capítulo 9. Gestión del proyecto:** capítulo que contiene la planificación y presupuesto inicial, duración real y coste del proyecto y el presupuesto a presentar a un posible cliente. Se incluye también un análisis de las desviaciones obtenidas.
- **Capítulo 10. Conclusiones:** en este capítulo se incluyen las conclusiones obtenidas tras el desarrollo del proyecto.
- **Capítulo 11. Trabajos futuros:** capítulo en el que se incluyen las líneas de trabajos futuras del proyecto.
- **ANEXO A. Plantillas:** anexo en el que se incluyen las plantillas utilizadas a lo largo del documento y una descripción de sus atributos.
- **ANEXO B. Manual de Usuario:** anexo en el que se incluye el manual de usuario del sistema.

## 1.4. ACRÓNIMOS

En esta sección se describen los acrónimos utilizados en el presente documento:

ACRÓNIMO	SIGNIFICADO
API	<i>Application Programming Interface</i> (Interfaz de Programación de Aplicaciones).
APK	<i>Application Package file</i> .
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i> (Hojas de Estilo en Cascada).
CU	Caso de uso.
GPS	Sistema de Posicionamiento Global.
HTML	<i>HyperText Markup Language</i> (Lenguaje de Marcas de Hipertext).
IDE	<i>Integrated Development Enviroment</i> (Entorno de Desarrollo Integrado).
RAM	Random Memory Access (Memoria de Acceso Aleatorio).
RSF	Requisito de Software Funcional.
RSNF	Requisito de Software No Funcional.
RUC	Requisito de Usuario de Capacidad.
RUR	Requisito de Usuario de Restricción.
ROM	Read Only Memory (Memoria de sólo lectura).
SO	Sistema Operativo.
TFG	Trabajo de Fin de Grado.
WYSIWYG	<i>What You See Is What You Get</i> (lo que ves es lo que obtienes).
XML	<i>eXtensible Markup Language</i> (Lenguaje de Marcas Extensible).

Tabla 1. Acrónimos

## 1.5. GLOSARIO DE TÉRMINOS

En esta sección se detallan los principales términos usados en el presente documento:

TÉRMINO	DEFINICIÓN
API	Conjunto de funciones y procedimientos que ofrece la posibilidad de utilizar el potencial de una herramienta o sistema.
APK	Paquete para el sistema operativo Android que se usa para distribuir e instalar componentes empaquetados.
<i>Background</i>	Término que se utiliza para nombrar a todos aquellos procesos o rutinas de ejecución que se realizan en segundo plano.
CSS	Lenguaje de hojas de estilo utilizado para describir el aspecto y el formato de un documento escrito en un lenguaje de marcas
<i>Framework</i>	Marco de trabajo que define un conjunto estandarizado de conceptos, prácticas y criterios para enfocar un tipo de problemática particular que sirve como referencia para enfrentar y resolver nuevos problemas de índole similar.
Geolocalización ( <i>Geolocation</i> )	Proceso de determinar la ubicación geográfica de modo automático.
GPS	Sistema global de navegación por satélite que permite determinar la posición geográfica de un objeto.
<i>Hardware</i>	Conjunto de las partes tangibles de un sistema informático como el procesador, la pantalla, la memoria, etc.
HTML	Lenguaje de marcado para la elaboración de páginas web.
Java	Lenguaje de programación orientado a objetos desarrollado en 1995 por Sun Microsystems [5].
JavaScript	Lenguaje de programación interpretado y orientado a objetos que permite a los desarrolladores crear acciones en páginas web.
<i>Kernel</i>	Núcleo de un sistema operativo y que constituye la parte principal del mismo.
Open Source	Expresión con la que se conoce al software distribuido y desarrollado libremente.
PhoneGap Build	Compilador multiplataforma en la nube asociado a PhoneGap.
Plug-in	Complemento o aplicación que se relaciona con otra superior para aportarle una nueva funcionalidad.
RAM	Memoria de acceso aleatorio que se utiliza como memoria de trabajo para el sistema operativo, los programas y la mayoría del software. En ella se cargan las instrucciones que debe ejecutar el procesador.
ROM	Memoria utilizada en ordenadores y dispositivos electrónicos que permite la lectura (no la escritura) de información independientemente de la presencia o no de una fuente de energía.
Sistema Operativo	Programa o conjunto de programas que gestiona los recursos de hardware y software de un sistema informático y provee servicios a los programas de aplicación.
Smartphone o teléfono inteligente	Teléfono móvil construido sobre una plataforma informática con una mayor capacidad de almacenar datos y realizar actividades

	semejantes a una microcomputadora y con una mayor conectividad que un teléfono móvil convencional.
<i>Software</i>	Equipamiento o soporte lógico de un sistema informático que permite la realización de tareas específicas.
<i>Tablet o tableta</i>	Computadora portátil integrada en una pantalla táctil con la que se interactúa sin necesidad de un teclado físico o ratón.
<b>WYSIWYG</b>	Característica de los procesadores de texto y otros editores de texto (como los editores HTML) que permiten escribir un documento viendo directamente el resultado final.
<b>XML</b>	Lenguaje de marcas que permite definir la gramática de lenguajes específicos para estructurar documentos grandes.

**Tabla 2. Glosario de términos**

## CAPÍTULO 2. ESTADO DEL ARTE

En este segundo capítulo se describen las diferentes soluciones que existen actualmente al problema que se pretende resolver con el presente proyecto, realizando una comparación de las características que poseen y las funciones y servicios que ofrecen cada una de ellas.

### 2.1. APLICACIONES DE RECOGIDA DE RUTAS

Como ya se ha comentado anteriormente, actualmente existen numerosos sistemas basados en servicios de localización. Por un lado, existen los que utilizan la ubicación geográfica como algo complementario a su funcionamiento y, por otro los que se basan en la ubicación geográfica del dispositivo. En este segundo tipo es en el que se enmarca el presente proyecto.

Puesto que el sistema será una aplicación para dispositivos móviles, se ha realizado un estudio de las más destacadas actualmente enmarcadas en el ámbito de la recogida de rutas mediante el GPS.

- **GPS Tracks** [6]: aplicación gratuita desarrollada por GPS-Tracks.com [7] para dispositivos Android (a partir de la versión 2.1) que realizar la captura de rutas utilizando para la señal GPS del dispositivo. Está diseñado para rutas de senderismo, temáticas, ciclismo, esquí y visitas turísticas.
- **My Tracks** [8]: aplicación gratuita Android desarrollada por Google. Permite registrar un recorrido así como su velocidad, distancia y elevación del terreno. Puede sincronizarse con sensores biométricos externos y visualizar su recorrido utilizando Google Earth.
- **Runtastic** [9]: aplicación para plataformas Android, iOS, Blackberry y Windows Phone. Está diseñada para realizar el seguimiento de actividades deportivas. Es su versión de pago, Runtastic PRO, incluye grabaciones de voz durante una sesión de ejercicios, integración del iPod, soporte para el control de la frecuencia cardíaca, etc. Permite la sincronización con iCloud [10] y Facebook.
- **Otras aplicaciones deportivas**: existen numerosas aplicaciones enmarcadas en el ámbito de las actividades deportivas que ofrecen características similares a las ofrecidas por Runtastic. Algunas de las más destacadas son: Runmeter GPS Pedometer [11], Nike+ Running [12], AllSport GPS [13] y Endomondo Sports Tracker [14].

A continuación se muestran las principales características que poseen este tipo de aplicaciones:

- **Captura y almacenamiento de rutas**: permite la captura de una ruta utilizando la señal de GPS del dispositivo.
- **Almacenamiento de la ruta**: la ruta queda registrada en la aplicación para posibles consultas posteriores.
- **Almacenamiento de información adicional**: la aplicación registra datos adicionales tales como la distancia recorrida, la duración, la velocidad media, elevación, etc.
- **Registro**: es necesario registrarse e identificarse en un servidor externo para poder utilizar la aplicación.



- **Fotografías:** es posible asociar fotografías a una ruta capturada.
- **Marcadores:** es posible añadir marcadores durante la captura del recorrido.
- **Visualización del recorrido:** ofrece la posibilidad de visualizar el recorrido realizado y sus marcadores en un mapa.
- **Background:** la aplicación puede ejecutarse en segundo plano.
- **Pausa/reinicio:** permite pausar la captura de una ruta y reanudarla cuando se desee.
- **Edición de rutas:** permite modificar la información de ruta una vez que ésta ha sido almacenada en el dispositivo.
- **Visualización del recorrido y/o la ubicación durante la captura:** permite visualizar el recorrido que se está realizando y/o la ubicación del dispositivo en un mapa mientras se está realizando la captura de la ruta.
- **Compartición de rutas:** permite compartir rutas entre los usuarios de la aplicación y/o en las redes sociales (Facebook, Twitter, etc.).

En la tabla número 3 se muestra un resumen de las características que poseen cada una de las aplicaciones descritas anteriormente.

CARACTERÍSTICA	GPS-Tracks	My Tracks	Runntastic <sup>1</sup>
Captura de rutas	✓	✓	✓
Almacenamiento de rutas	✓	✓	✓
Almacenamiento de información adicional	X	✓	X
No es necesario registro	✓	X	✓
Fotografías	X	✓	✓
Marcadores	✓	✓	X
Reconstrucción del recorrido en un mapa	✓	✓	✓
Background	✓	✓	✓
Pausa y reinicio de la captura	✓	✓	✓
Edición de rutas	X	✓	✓
Visualización del recorrido y/o ubicación durante la captura	X	X	✓
Compartición de rutas	✓	X	✓

Tabla 3. Resumen características aplicaciones de recogida de rutas

<sup>1</sup>Runntastic y otras aplicaciones deportivas similares

Para cumplir con los objetivos definidos en la sección 1.2 del presente documento, el sistema a desarrollar ofrecerá las siguientes características comunes a las aplicaciones existentes:

- Captura y almacenamiento de rutas y de su información adicional asociada como distancia recorrida, duración, etc.
- Personalización y edición de las rutas permitiendo añadir fotografías y marcadores en el mapa y modificar su información asociada.
- Mostrar el dibujo del recorrido de la ruta realizada en un mapa.
- Funcionamiento en segundo plano de la aplicación.
- Pausa y reinicio de la captura de una ruta.

El sistema también poseerá una serie de características adicionales que no ofrecen ninguna de las aplicaciones descritas anteriormente con el objetivo de diferenciarse de las mismas:

- Repetición del recorrido de una determinada ruta de la forma más corta.
- Ordenación de la lista de rutas almacenadas en base a un criterio elegido por el usuario.
- No será necesario registrarse en ningún servidor externo para poder utilizar el sistema.

Como se puede observar, existen dos características ofrecidas por otras aplicaciones que no poseerá el sistema a desarrollar: la visualización del recorrido y/o la ubicación del dispositivo durante la captura y la compartición de rutas.

Por un lado, la visualización del recorrido y/o la ubicación del dispositivo durante la captura de la ruta, es una característica que no se ha contemplado dentro de los objetivos para el presente proyecto, ya que no se considera una necesidad en este tipo de aplicaciones.

Durante la captura de una ruta, es posible que el usuario no pueda estar atento a la pantalla de la aplicación, sino que esté realizando cualquier otra actividad (correr, montar en bici, turismo, usar otras aplicaciones y servicios del dispositivo, etc.), tenga el móvil en un lugar que no esté visible o tenga la pantalla apagada hasta que sea necesario realizar alguna acción que requiera usar la aplicación. Además, de este modo se reduce de forma considerable el consumo de energía del dispositivo.

Por otro lado, la compartición de rutas tampoco ha sido definida como un objetivo inicial en el sistema. No obstante, se plantea su implementación para el futuro, tal y como se detalla en el capítulo 11 del presente documento, “Trabajos Futuros”.

## CAPÍTULO 3. ANÁLISIS INICIAL

En este capítulo se describen las decisiones iniciales tomadas para el desarrollo del proyecto detallando la metodología, ciclo de vida, equipo de trabajo y marco legal del mismo. Finalmente se realiza un estudio de las tecnologías disponibles para desarrollar dicho proyecto.

### 3.1. METODOLOGÍA Y CICLO DE VIDA

En esta sección se detalla la metodología y el ciclo de vida utilizados para el desarrollo del presente proyecto.

#### 3.1.1. METODOLOGÍA

La metodología que se va a seguir durante el desarrollo del sistema es Métrica v.3 [15]. Métrica v.3 es una metodología de planificación, desarrollo y mantenimiento de sistemas de información. Está promovida por el Ministerio de Administraciones Públicas del Gobierno de España [13] para la sistematización de actividades del ciclo de vida de los proyectos software en el ámbito de las administraciones públicas.

Se ha creído conveniente adaptar el proceso descrito en esta metodología a las necesidades del presente proyecto debido a la simplicidad del mismo en comparación con otros de gran magnitud. De este modo se han establecido las siguientes fases para su desarrollo:

- **Estado del arte:** en esta primera fase se realiza un estudio de las diferentes aplicaciones de captura de rutas existentes actualmente en el mercado.
- **Planificación inicial:** en esta fase se identifican los objetivos del proyecto, se define una estimación de la duración y costes del desarrollo del mismo y se establece la tecnología a utilizar.
- **Análisis:** durante esta fase se realiza una descripción del sistema a desarrollar indicando de forma detallada sus características y funcionamiento. Para ello, se recogerán los requisitos de usuario y se analizarán los casos de uso del sistema. Finalmente en base a la información anterior se realiza la especificación de los requisitos de software y el entorno tecnológico a utilizar.
- **Diseño:** en base a lo especificado en la fase de análisis, se realiza el diseño del sistema. En esta fase se especificará el diseño de las interfaces, el modelo de datos a utilizar para el sistema de almacenamiento y el diseño de las pruebas a realizar en la fase de implantación y evaluación del sistema.
- **Implementación:** en esta fase se realiza la construcción del sistema especificado en las fases anteriores.
- **Implantación y evaluación:** en esta fase final se llevan a cabo la implantación del sistema y las pruebas del mismo para comprobar su correcto funcionamiento.

#### 3.1.2. CICLO DE VIDA

El ciclo de vida que se ha decidido utilizar para el desarrollo del sistema es el ciclo de vida en cascada. Este ciclo de vida ordena rigurosamente las etapas del proceso para el desarrollo

software de tal forma que el inicio de cada una de ellas debe esperar a la finalización de la anterior.

En la ilustración número 1, se muestra el ciclo de vida del proyecto en base a las fases definidas en el apartado anterior.

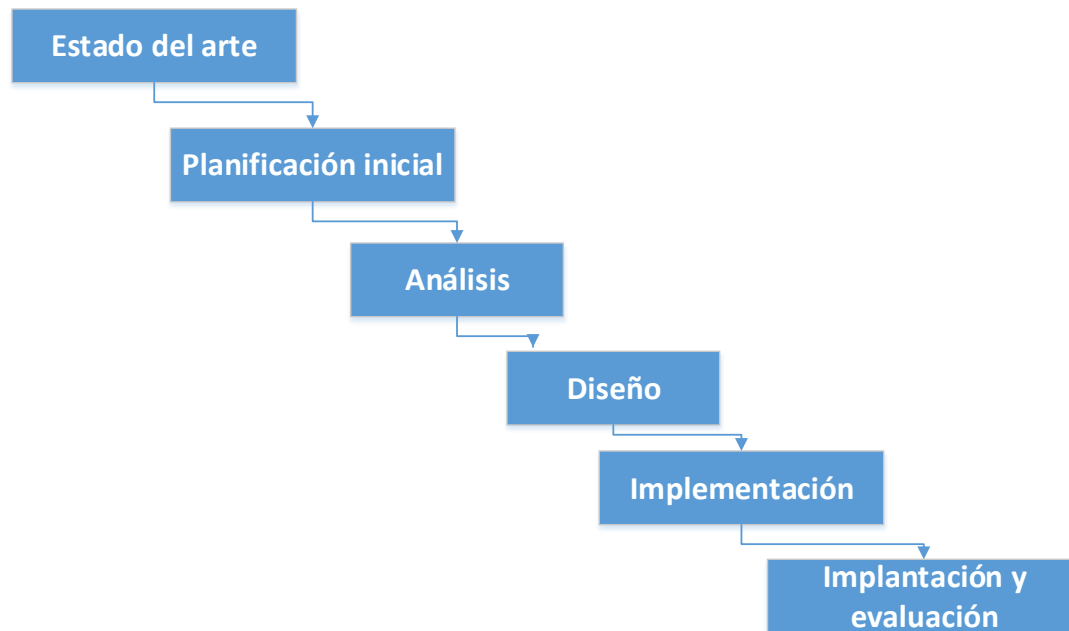


Ilustración 2. Ciclo de vida del proyecto

### 3.2. EQUIPO DE TRABAJO

El desarrollo del presente proyecto es individual, por lo que el equipo de trabajo está compuesto por la alumna encargada del desarrollo del mismo:

- **Ana Hinojosa Sánchez:** estudiante de Grado en Ingeniería Informática de la especialidad de Ingeniería de Computadores en la Universidad Carlos III de Madrid [16].

Dicha estudiante desempeñará los diferentes roles implicados en el desarrollo de un proyecto:

- **Jefa de proyecto:** encargada de definir el proyecto y evaluar sus necesidades, redactar las especificaciones, realizar el presupuesto y el seguimiento e informes de progreso en términos de calidad, coste y plazos de entrega.
- **Analista:** encargada de dirigir los recursos hacia el resultado deseado, obtención de requisitos para determinar el comportamiento que se espera del sistema a desarrollar y cubra sus necesidades y éste sea viable y eficaz con la tecnología existente.
- **Diseñadora:** se encarga de realizar el diseño de la solución al problema planteado en base a lo especificado en el análisis.
- **Programadora:** realiza el propio desarrollo del software teniendo en cuenta todo lo especificado en el análisis y diseño del proyecto.
- **Gestora de calidad:** debe asegurarse en todo momento de que el desarrollo del proyecto es el adecuado.
- **Gestora de pruebas:** encargada de definir y realizar las pruebas que verifiquen el correcto funcionamiento del sistema.
- **Gestora de implantación:** encargada de la configuración e instalación del sistema obtenido tras realizar todas las fases de desarrollo.

### **3.3. MARCO LEGAL**

En esta sección se define el marco legal en el que se enmarca el sistema a desarrollar. Por las características del proyecto, dicho marco legal está formado por la Ley de Protección de Datos [17] y la Ley de Propiedad Intelectual [18], por el almacenamiento de datos de carácter personal en el sistema y el uso de software original en su desarrollo respectivamente.

#### **3.3.1. LEY DE PROTECCIÓN DE DATOS (LOPD)**

La Ley orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal (LOPD) está establecida en la Ley Orgánica 15/1999 y regulada por el Real Decreto 1720/2007. Su objetivo principal es regular el tratamiento de los datos y ficheros, de carácter personal, independientemente del soporte en el cual sean tratados, los derechos de los ciudadanos sobre ellos y las obligaciones de aquellos que los crean o tratan. Esta ley afecta a todos los datos que hacen referencia a personas físicas registradas sobre cualquier soporte, ya sea informático o no.

En el presente proyecto se almacenará información sensible del usuario, formada por las diferentes ubicaciones geográficas recogidas. La privacidad de estos datos debe ser preservada en base a lo establecido en dicha ley.

#### **3.3.2. LEY DE PROPIEDAD INTELECTUAL**

Establecida en el Real Decreto 1/1996. Define que la propiedad intelectual de una obra literaria, artística o científica corresponde al autor por el solo hecho de su creación. Establece los derechos de carácter personal y patrimonial, que atribuyen al autor la plena disposición y el derecho exclusivo a la explotación de dicha obra, sin más limitaciones que las establecidas en la Ley. En el ámbito de la informática, esta ley obliga al uso de software original, ya sea propietario o libre, a través de una licencia de uso.

En cumplimiento de esta ley, todo el software original de terceras personas utilizado en el desarrollo del proyecto, será usado cumpliendo lo establecido en las licencias de uso de cada uno de ellos.

### 3.4. TECNOLOGÍA APLICADA

En esta sección se detalla el estudio de las diferentes herramientas disponibles para desarrollar el presente proyecto teniendo en cuenta los objetivos definidos y el estado de la cuestión especificados en los capítulos anteriores. Se detallarán sus características, ventajas y desventajas con el objetivo de elegir las que mejor se adaptan al desarrollo del sistema.

#### 3.4.1. TIPO DE APLICACIÓN

El primer paso a la hora de desarrollar un sistema para plataformas móviles es elegir qué tipo de aplicación se adapta mejor a las necesidades del proyecto. Existen dos posibilidades: construir una aplicación nativa o una aplicación multiplataforma. A continuación se explican brevemente las características de cada una de ellas.

##### Aplicación nativa

Las aplicaciones nativas están desarrolladas para una plataforma móvil determinada (iOS, Android, Windows Phone, etc.) siguiendo los estándares y normas de dicha plataforma. Residen en el dispositivo y están diseñadas para explotar al máximo las características del mismo. Se instalan a través de una tienda de aplicaciones como Google Play [19] o Apple App Store [20].

Por norma general ofrecen un rendimiento más rápido y un acceso directo a las características nativas del dispositivo como el GPS, la cámara o el sistema de ficheros. Además, este tipo de aplicaciones no necesitan conexión a internet para que funcionen.

Las ventajas que poseen las aplicaciones nativas son:

- Acceso completo a las características nativas de los dispositivos.
- Mejor rendimiento que otro tipo de aplicaciones.
- Distribución en los mercados de aplicaciones de las diferentes plataformas móviles.

Las desventajas que poseen las aplicaciones nativas son:

- Están desarrolladas específicamente para un sistema operativo determinado por lo que el código no es reutilizable entre las diferentes plataformas.
- Generalmente son más costosas de desarrollar.

##### Aplicación multiplataforma

Las aplicaciones multiplataforma son diseñadas y programadas una sola vez y pueden ser instaladas en diferentes sistemas operativos (iOS, Android, Windows Phone, etc.). Pueden ser de diferentes tipos:

- **Aplicaciones web:** se ejecutan a través de un navegador web mediante una URL. Utilizan HTML, JavaScript y CSS, las mismas tecnologías que cualquier página web, pero optimizadas para ser visualizadas desde un dispositivo móvil. Este tipo de aplicaciones

pueden llegar a tener el mismo aspecto que las aplicaciones nativas, pero difieren en la capacidad que tienen éstas para acceder a las características nativas del dispositivo.

- **Aplicaciones híbridas:** este tipo de aplicaciones poseen características tanto de las aplicaciones nativas como de las aplicaciones web. Por un lado, utilizan el navegador del dispositivo para ejecutarse y están desarrolladas utilizando la tecnología web (HTML, CSS y JavaScript) como las aplicaciones web y, por otro lado, permiten acceder a parte de las características nativas del dispositivo, al igual que las aplicaciones nativas. Otra de las características comunes con éstas, es que es posible instalarlas en el dispositivo a través de las tiendas de cada una de las plataformas móviles.
- **Aplicaciones nativas interpretadas:** estas aplicaciones son programadas en un lenguaje determinado y posteriormente son traducidas al lenguaje de programación nativo del terminal.

Las ventajas que poseen las aplicaciones multiplataforma son:

- El mismo código base puede reutilizarse para diferentes plataformas.
- Distribución en los mercados de aplicaciones de las diferentes plataformas móviles.
- Acceso a las características nativas de los dispositivos, a excepción de las aplicaciones web.

Las desventajas que poseen las aplicaciones multiplataforma son:

- Poseen un rendimiento más bajo que las aplicaciones nativas.
- Requieren conexión a internet para funcionar.

### Tipo de aplicación elegida

Teniendo en cuenta las características y objetivos del sistema a desarrollar expuestos en las secciones anteriores se ha decidido construir una aplicación multiplataforma híbrida o nativa interpretada por las siguientes razones:

- Como se indica en los objetivos del proyecto a desarrollar el sistema debe ser accesible al mayor número de usuarios posible. Por esta razón, desarrollar una aplicación multiplataforma, en lugar de una nativa para un sistema operativo determinado, ofrece la posibilidad de llegar a un mayor número de usuarios.
- Es necesario tener acceso a las características nativas del dispositivo ya que para el desarrollo del proyecto se debe acceder al GPS y al sistema de almacenamiento del dispositivo. Por ello, se ha descartado la posibilidad de construir una aplicación web.

### 3.4.2. FRAMEWORKS DE DESARROLLO

Actualmente existen diversos frameworks de desarrollo para la construcción de aplicaciones multiplataforma. A continuación se describen brevemente algunos de más destacados.

#### Appcelerator Titanium [21]

Plataforma para el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles y aplicaciones de escritorio basadas en tecnología web. Permite construir aplicaciones nativas interpretadas



utilizando el lenguaje de programación JavaScript. Posee su propio kit de interfaz de usuario ofreciendo controles totalmente personalizables como pueden ser tablas, botones, listas, soporte para la geolocalización, redes sociales y multimedia. Es compatible con los sistemas operativos Android, Blackberry, iOS y Windows Phone.

Las ventajas de esta plataforma para el desarrollo son:

- Posee su propio kit de interfaz de usuario por lo que no es necesario utilizar otros *frameworks* adicionales para desarrollar la vista de la aplicación.
- Permite crear aplicaciones nativas interpretadas, consiguiendo así acceder al hardware del dispositivo.
- Entre un 60% - 90% del código es reutilizable entre distintas plataformas.
- Compatible con la mayoría de los sistemas operativos actuales.

Las desventajas de esta plataforma para el desarrollo son:

- La interfaz de usuario no es escalable, es decir, es necesario adaptarla a las diferentes plataformas en las que se despliegue la aplicación.
- Las aplicaciones están desarrolladas completamente utilizando JavaScript por lo que tiene un proceso de código largo y complejo.
- En algunas plataformas, como iOS y Windows Phone es necesario usar el sistema operativo de la plataforma para empaquetar la aplicación.

### PhoneGap [22]

Plataforma para el desarrollo de aplicaciones móviles híbridas a través de tecnologías web JavaScript, HTML5 y CSS3. No incluye kit de interfaz de usuario pero permite la utilización de otros frameworks de interfaces como jQuery Mobile [23], Sencha Touch [24], etc. Al ser una aplicación híbrida permite el acceso a las características del dispositivo como la geolocalización, cámara, sistema de ficheros, etc. Es compatible con los sistemas operativos Android, iOS, Blackberry, Windows Phone, Symbian, Ubuntu, Firefox OS.

Las ventajas de este *framework* son:

- Permite el acceso a las características nativas del dispositivo.
- Permite la construcción de una interfaz de usuario escalable que se adapta a las diferentes plataformas compatibles.
- Todo el código es portable a otras plataformas a excepción del dedicado a cuestiones de configuración (*plug-in*, permisos, etc.).
- Posee una documentación muy completa y sencilla con numerosos ejemplos de código, por lo que la curva de aprendizaje es rápida.
- Compatible con la mayoría de los sistemas operativos actuales.

Las desventajas de este *framework* son:

- Al igual que en Appcelerator Titanium, en algunas plataformas como iOS y Windows Phone es necesario usar el sistema operativo de la plataforma para empaquetar la aplicación.
- No incluye kit de interfaz de usuario propio aunque pueden utilizarse otros disponibles como jQuery Mobile de manera sencilla.

### RhoMobile Suite (Rhodes) [25]

Rhodes es framework *Open Source* desarrollado por Motorola que utiliza el modelo vista controlador para la creación de aplicaciones nativas interpretadas para dispositivos móviles. Soporta los sistemas operativos iOS, Android, Windows Mobile, Blackberry, Symbian (después de la versión 1.2) y Windows Phone 7.

Las ventajas de esta plataforma para el desarrollo son:

- Permite el acceso a las características nativas del dispositivo como el GPS, geolocalización o la cámara.
- Compatible con la mayoría de sistemas operativos actuales.

Las desventajas de esta plataforma para el desarrollo son:

- Utiliza el lenguaje de programación Ruby [26] para el desarrollo de aplicaciones y no se poseen conocimientos sobre él.

### Framework de desarrollo elegido

Tras valorar las características descritas anteriormente de cada uno de los *frameworks* para el desarrollo de aplicaciones móviles y teniendo en cuenta las características y objetivos establecidos para el proyecto a desarrollar, se ha decidido utilizar PhoneGap junto con jQuery Mobile. Se ha tomado esta decisión ya que ofrecen las características que mejor se adaptan a las necesidades de este proyecto:

- **Construcción de aplicaciones multiplataforma:** PhoneGap permite el desarrollo de aplicaciones compatibles con las principales plataformas móviles actuales (Android, iOS, Blackberry, Windows Phone, Symbian, Ubuntu, Firefox OS).
- **Acceso al hardware del dispositivo:** a través de una serie de librerías JavaScript y otras desarrolladas en el lenguaje nativo de cada una de las plataformas soportadas (Objective-C para iOS, Java para Android, etc.), PhoneGap permite acceder a las diferentes características nativas de los dispositivos como la cámara, el sistema de ficheros, el acelerómetro o la geolocalización.
- **Interfaz de usuario:** utilizando el *framework* jQuery Mobile y las tecnologías web HTML y CSS3 se puede construir la interfaz de usuario de la aplicación de manera sencilla. jQuery Mobile ofrece la posibilidad de insertar elementos en la interfaz tales como botones, listas, formularios, paneles, barras de navegación, etc.
- **Documentación amplia:** tanto jQuery Mobile, como PhoneGap ofrecen una amplia documentación con números ejemplos de uso que incluyen imágenes y código por lo que su curva de aprendizaje es rápida.

### 3.4.2. PLATAFORMA MÓVIL PRINCIPAL

Como se ha comentado en el apartado anterior, PhoneGap permite el desarrollo de aplicaciones para las principales plataformas móviles actuales (Android, iOS, Blackberry, Windows Phone, Symbian, Ubuntu, Firefox OS). Sin embargo, se ha decidido elegir una ellas como plataforma principal para el desarrollo del mismo.

Para ello se han analizado las características de los diferentes sistemas operativos compatibles con el *framework* elegido para el desarrollo del proyecto y se ha elegido el que mejor se adapta a las necesidades del mismo.

Inicialmente se ha realizado un estudio de mercado de las diferentes plataformas móviles disponibles en el mercado actualmente. En la ilustración número 2, se muestran los resultados del estudio realizado por la consultora IDC (International Data Corporation) [27] en Febrero del presente año:

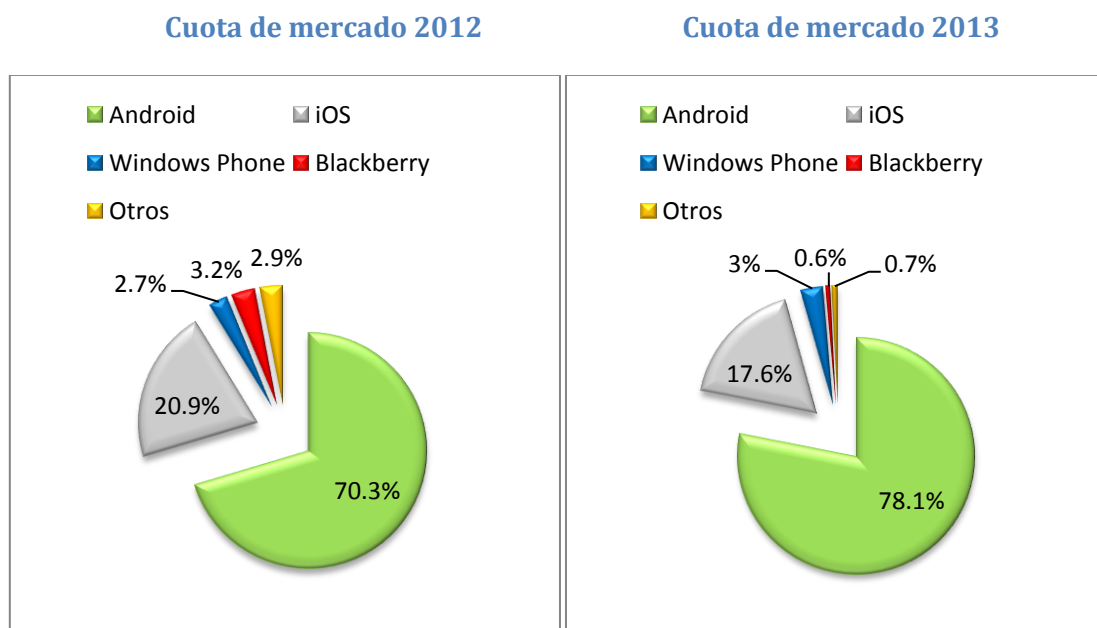


Ilustración 3. Estudio de mercado SO móviles

Como se puede observar, los sistemas operativos Android e iOS monopolizan el mercado de dispositivos móviles, representando un 95.7% de las ventas totales durante el pasado año, siendo Android líder indiscutible de este monopolio con un 78.1% de cuota de mercado.

Por esta razón se ha decidido no elegir Windows Phone, Blackberry, Symbian y Ubuntu como plataforma principal para el desarrollo del proyecto.

A continuación se muestra una breve descripción de las dos principales plataformas móviles de la actualidad en la se explican sus principales características.

### Android [28]

Android es un sistema operativo basado en el kernel de Linux diseñado principalmente para dispositivos móviles con pantalla táctil como teléfonos inteligentes o tabletas. Fue desarrollado por Android Inc. Compañía que paso a formar parte de Google en el año 2005.

Posee una serie de aplicaciones base entre las que se incluyen un cliente de correo electrónico, programa de mensajería, calendario, mapas, navegador y contactos. Incluye un conjunto de

bibliotecas de C/C++ usadas por varios componentes del sistema como System C library, bibliotecas de medios, bibliotecas de gráficos, 3D y SQLite, entre otras.

La mayoría de las aplicaciones Android están escritas en Java y son ejecutadas en máquinas virtuales independientes unas de las otras. La máquina virtual utilizada por Android se llama Dalvik.

La tienda en línea de software de terceros para dispositivos Android es Google Play que, a través de la aplicación Play Store, permite descargar todas las aplicaciones que se desee. Android también permite la instalación desde otros tipos de tiendas virtuales como Amazon Appstore o SlideME o desde el sistema de ficheros con el fichero APK de la aplicación. Esto es así gracias al modelo de instalación de software de terceros elegido por este sistema operativo, el Modelo de Control de Usuario (*User Control*).

En este modelo, el usuario es responsable de todas las decisiones de seguridad en cuestiones de instalación de software de terceros, lo que significa que, estableciendo la configuración adecuada, cualquier aplicación en formato APK pueda ser instalada en el dispositivo. El único requisito es que este fichero APK debe estar firmado por el desarrollador con una clave que puede ser autogenerada por ellos mismos. Cualquier aplicación que cumpla con este requisito puede ser registrada en el mercado de aplicaciones Android, abonando una cuota de registro única de 25\$ (18€ aproximadamente) [29].

Desde 2008 que se lanzó la primera Android 1.0 Apple Pie hasta el presente año, se han desarrollado 13 versiones, siendo la más actual Android 4.4 KitKat que incluye nuevas características con respecto a sus predecesores tales como la gestión de impresoras, integración con almacenamiento en la nube, Google Now (nuevo sistema de búsqueda por voz integrado en la pantalla principal), nuevas funciones de agenda como prioridad de contactos frecuentes, etc.

## iOS [30]

Sistema operativo móvil desarrollado por Apple Inc. [31] originalmente para el iPhone y usado más tarde en dispositivos como el iPod Touch, iPad y Apple TV.

El sistema operativo iOS ofrece una pantalla principal llamada *SpringBoard* donde se ubican los iconos de las aplicaciones instaladas y un *Dock* (apartado en la parte inferior de la pantalla) donde se pueden anclar aplicaciones de uso frecuente. También se pueden crear carpetas en las que agrupar aplicaciones.

La mayoría de las aplicaciones de iOS están escritas en Objective-C y son ejecutadas a nivel del sistema y no en máquinas virtuales como sucede en los dispositivos con sistema operativo Android.

El mercado de aplicaciones de iOS es la App Store donde se pueden buscar y descargar aplicaciones para instalar en el dispositivo. La instalación de aplicaciones de terceros está limitada a la lista aplicaciones disponibles en dicho mercado, ya que iOS adopta el Modelo del

Jardín Amurallado (*Walled-Garden*) en sus dispositivos. Este modelo otorga al vendedor de los dispositivos un control completo sobre la instalación de software de terceros.

Para que una aplicación pueda estar disponible en el mercado de aplicaciones de Apple esta tiene que estar aprobada por la compañía y debe ser firmada digitalmente con una clave que se otorga cuando se obtiene la licencia de desarrollador iOS, con un coste de 99\$ al año, aproximadamente 71€ [32].

En 2007 se lanzó el primero iPhone con la primera versión de este sistema operativo. Hasta el año 2014 se han lanzado seis actualizaciones del mismo, siendo el más actual iOS 8, lanzado el pasado 2 de Junio.

### Plataforma móvil principal elegida

Teniendo en cuenta los resultados del estudio de la consultora IDC, las características de los dos principales sistemas operativos móviles actuales y los objetivos y necesidades establecidos para el desarrollo del presente proyecto, se ha decidido utilizar el sistema operativo Android como plataforma principal para el desarrollo del mismo por las siguientes razones:

- Android es líder en el mercado de dispositivos móviles con un 78.1% del total de las ventas durante el pasado año. Con el desarrollo inicial de la aplicación para esta plataforma se puede llegar a una gran parte de los usuarios de dispositivos móviles.
- Gracias al modelo de instalación de software elegido por Android, el modelo de Control de Usuario, se permite la instalación de aplicaciones de terceros en los dispositivos de manera sencilla y gratuita, lo que facilita la implementación, la implantación y las pruebas del sistema.

Se ha decidió también que el sistema sea compatible desde la versión Android 2.3 Gingerbread hasta la 4.3 Jelly Bean. Esta decisión ha sido tomada en base a la cuota de mercado de cada una de las versiones disponibles actualmente.

Este hecho se puede observar en los resultados del estudio realizado por Google el cuatro de Febrero del presente año [33]. En la ilustración que se muestra a continuación se muestra un resumen de los resultados:

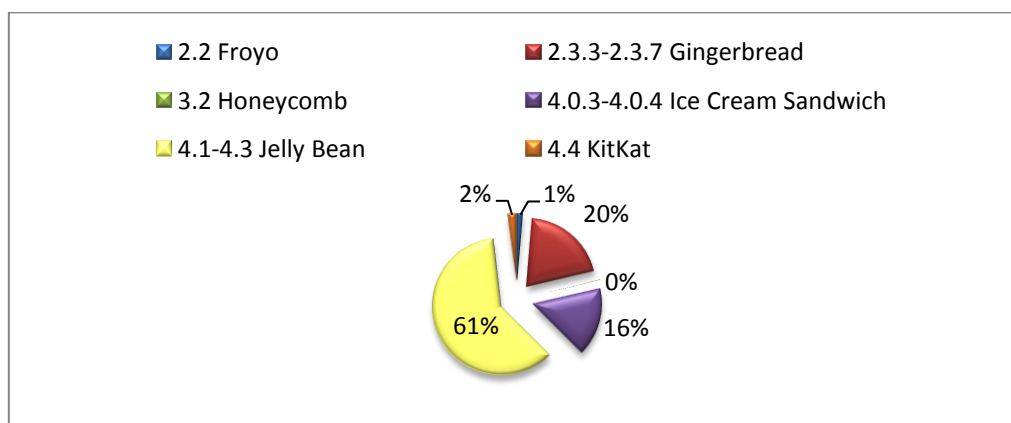


Ilustración 4. Distribución versiones Android

Por tanto, eligiendo las versiones anteriormente mencionadas, el sistema puede ser accesible a un total del 97.8% de los usuarios del sistema operativo Android.

### 3.4.3. ENTORNO DE DESARROLLO INTEGRADO

En esta sección se van a valorar qué entornos de desarrollo se adaptan mejor a las necesidades del proyecto teniendo en cuenta las decisiones tomadas en los apartados anteriores.

#### Dreamweaver CS6 [35]

Dreamweaver es una aplicación en forma de estudio creada por Macromedia y producida actualmente por Adobe Systems, destinada a la construcción, diseño y edición de estilos de sitios, vídeos y aplicaciones web basados en estándares. Soporta tecnologías web como CSS, JavaScript y algunos *frameworks* del lado del servidor. Permite la conexión a bases de datos como MySQL y Microsoft Access y mostrar contenido dinámico utilizando la tecnología de script como ASP, ASP.NET, ColdFusion, JSP o PHP. A partir de su versión número 12, CS6, lleva incluidos los *frameworks* de desarrollo de PhoneGap y jQuery Mobile.

Las ventajas que ofrece Dreamweaver CS6 son:

- Vienen integrados por defecto los *frameworks* de desarrollo de PhoneGap y jQuery Mobile.
- Enfocado al desarrollo usando tecnologías web (HTML, CSS3, y JavaScript).
- Permite la construcción de aplicaciones para todas las plataformas compatibles con PhoneGap a través de la herramienta PhoneGap Build.

Las desventajas que posee Dreamweaver CS6 son:

- Requiere una licencia de pago para su utilización.
- Es necesario tener una cuenta en Adobe y Github para construir la aplicación con PhoneGap Build [35] y en su modalidad gratuita solo te permite construir una única aplicación.
- No permite la creación de *plug-ins* nuevos.

#### Eclipse [36]

Eclipse es un IDE multiplataforma creado inicialmente por IBM [37] pero desarrollado en la actualidad por la Fundación Eclipse. Está compuesto por un conjunto de herramientas de programación de código abierto para desarrollar lo que el proyecto llama "Aplicaciones de Cliente Enriquecido", opuesto a las aplicaciones "Cliente-liviano" basadas en navegadores.

Esta plataforma típicamente ha sido usada para desarrollar entornos de desarrollo como el IDE de Java llamado Java Development Toolkit (JDT), pero puede servir para otros lenguajes de programación como C/C++ y Python. Ofrece la posibilidad de instalar *plug-ins* para añadir funcionalidades específicas al entorno de desarrollo, como por ejemplo el control de versiones dentro de un equipo de desarrollo, diseño de interfaces de manera visual, etc.

Las ventajas de este IDE son:

- En el marco del desarrollo de aplicaciones móviles está enfocado a plataformas Android.
- Licencia gratuita.
- Permite la construcción de proyectos Android ilimitados.

Las desventajas de este IDE son:

- El empaquetado del proyecto (generación del APK y firma del mismo) requiere varios pasos.

### Android Studio [38]

Android Studio es un IDE multiplataforma para el desarrollo específico de aplicaciones Android lanzado por Google en 2013. Algunas de sus características más importantes son: su editor WYSIWYG (renderizado de la aplicación en tiempo real), su consola *developer* que aporta consejos de optimización, asistencia para la traducción, capacidades ProGuard para la ofuscación del código, etc.

Las ventajas de Android Studio son:

- Es un entorno de desarrollo específico para plataformas Android.
- Licencia gratuita.
- Sistema de empaquetado de la aplicación sencillo.

### IDE elegido

Teniendo en cuenta las características de cada uno de los IDEs descritos en los apartados anteriores, así como sus ventajas y de desventajas, se ha decidido utilizar como entorno de desarrollo, Eclipse.

Por un lado, se ha descartado usar Dreamweaver por dos razones fundamentales: requiere licencia de pago y está limitado en su modalidad de registro gratuito al despliegue de una sola aplicación.

Por otro lado, ha sido elegido frente a Android Studio basando esta decisión en la experiencia de uso que se posee con Eclipse. Pese a que el empaquetado de la aplicación en Eclipse puede resultar tedioso, no es un proceso excesivamente complicado y aunque no posea por defecto herramientas de adicionales para la construcción de aplicaciones, como en el caso de Android Studio, éstas pueden ser añadidas si se desea.

### 3.4.4. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE DATOS EN EL SISTEMA

En esta sección se van a valorar qué sistema de almacenamiento de datos persistentes va a ser utilizado teniendo en cuenta las diferentes posibilidades proporcionadas por PhoneGap y las necesidades que deben ser cubiertas para el desarrollo del proyecto.

### *LocalStorage*

*LocalStorage* es una forma sencilla de almacenar datos en local y que persistan a reinicios de la aplicación. Puesto que cada aplicación posee su propio *LocalStorage* no es posible compartir información entre diferentes aplicaciones. El encargado de almacenar la información es el navegador que utilice PhoneGap para ejecutar la aplicación (depende del sistema operativo utilizado), sin embargo, dicha información no se elimina aunque se borren los datos del navegador, sólo se borrará si se eliminan los datos de la propia aplicación.

Es un sistema de tipo clave/valor, es decir, se asocia un valor a una clave a través de la cual puede recuperarse más tarde dicho valor.

Las ventajas de este sistema de almacenamiento son:

- Sencillo de utilizar.
- Buena alternativa cuando el volumen de datos es pequeño.

Las desventajas de este sistema de almacenamiento son:

- Tiene un límite de tamaño de 5 MB.
- Al ser del tipo clave/valor, no se pueden realizar transacciones complejas como consultas tipo *SELECT*, *INSERT* o *UPDATE*.

### *Web SQL Database*

*Web SQL Database* es una base de datos SQL. La mayoría de los navegadores la implementan usando SQLite [39]. Al igual que en el caso de *LocalStorage*, la información es almacenada por el navegador y sobrevive al borrado de datos del historial. Por esta razón, su compartición entre diferentes aplicaciones es complicada. El API que proporciona PhoneGap para manejar la base de datos es muy completo y posee numerosos ejemplos.

Las ventajas que ofrece *Web SQL Database*:

- Se pueden realizar transacciones complejas como consultas *SELECT*, *INSERT*, *UPDATE*, *DELETE*, etc.
- No tiene límite de tamaño.
- Buena alternativa para volúmenes de datos grandes.

Las desventajas que posee *Web SQL Database*:

- Manejo complicado debido a su ejecución síncrona.

### **Sistema de gestión de almacenamiento de datos elegido**

Teniendo en cuenta las necesidades del proyecto y las características de cada uno de los sistemas de almacenamiento de datos descritos, se ha seleccionado *Web SQL Database* para el desarrollo del mismo.



Se ha descartado *LocalStore* ya que, por un lado tiene limitado el tamaño a 5 MB por lo que el almacenamiento de grandes cantidades de datos no es posible y, por otro, al ser del tipo clave/valor no se pueden realizar transacciones complejas.

### 3.4.5. SISTEMAS DE MAPAS

Como se ha explicado en el capítulo 2, el sistema deberá realizar diferentes funciones relacionadas con mapas como por ejemplo: dibujar el recorrido de una ruta realizada, cálculo de la ruta más corta, inserción de marcadores etc. Por esta razón es necesario utilizar un servicio de mapas.

A continuación se describen los sistemas de mapas más destacados actualmente, sus ventajas y desventajas y cuál de ellos será elegido para el desarrollo del proyecto por su mejor adaptación al mismo.

#### Google Maps [40]

Google Maps es un servidor de aplicaciones de mapas en la web desarrollado por Google. Ofrece numerosas funciones avanzadas como obtener las coordenadas de cualquier parte del mundo, enrutamiento de gran alcance (incluso para caminar, ir en bicicleta o usando el transporte público), vista de la calle, edificios en 3D, información meteorológica y de tráfico, etc. Posee tres mapas básicos: calle, satélite y terreno.

Las ventajas ofrecidas por Google Maps son:

- Permite el cálculo de rutas con hitos en su recorrido.
- Posee una documentación amplia y completa que facilita su uso y aprendizaje.
- Permite el cálculo de rutas en vehículo, a pie, bicicleta o utilizando servicios de transporte público.
- Toda la funcionalidad es ofrecida de manera gratuita.
- Permite dibujar un recorrido de una ruta en un mapa.

Las desventajas que posee Google Maps son:

- Algunas de las funciones disponibles tienen limitaciones de uso, como por ejemplo el cálculo de una ruta con hitos.

#### Bing Maps [41]

Sistema de Mapeo Web creado por Microsoft para su buscador Bing [42]. Posee mapas de calles, imágenes de satélite (no de España), vista de pájaro en más de 100 ciudades de EEUU, Canadá, Japón y en más de 80 ciudades Europeas, *streetside* (servicio que muestra 360º de una calle) y mapas 3D.

Las ventajas de este sistema de mapas son:

- Posee la función de vista de pájaro.
- Ofrece servicios de geocodificación.

Las desventajas de este sistema de mapas son:

- En la versión para web, necesaria para PhoneGap, no se ofrece el cálculo de rutas.
- No posee imágenes de satélite de España.
- Las cuentas gratuitas están limitadas a 500 mil transacciones al año y no incluyen todas las funciones.

### MapQuest [43]

MapQuest fue uno de los primeros proveedores de mapas en la web. Te permite elegir entre uso de mapas con licencia o mapas abiertos. Posee imágenes de satélite (no de España), ofrece el servicio de cálculo de rutas (solo para vehículos) e información del tráfico.

Ventajas ofrecidas por MapQuest:

- Permite elegir entre mapas con licencia y mapas abiertos.
- Tiene una documentación muy amplia lo que facilita su uso y aprendizaje.
- Ofrece servicios de geocodificación.

Desventajas de MapQuest:

- La versión gratuita está limitada a cinco mil transacciones por día.
- Solo realiza el cálculo de rutas utilizando un vehículo.
- No posee imágenes de satélite de España.

### Sistema de mapas elegido

Tras valorar las características, desventajas y ventajas descritas anteriormente de cada uno de los sistemas de mapas web y las funciones que ofrecen, junto con las características del proyecto a desarrollar, se ha decidido utilizar Google Maps. Este sistema de mapas es el único de todos los estudiados que ofrece las características completas necesarias para el desarrollo del presente proyecto:

- **Mostrar el recorrido de una ruta dibujado en un mapa:** Google Maps ofrece la posibilidad de dibujar un recorrido de una ruta en un mapa a través de polilíneas (segmentos que unen diferentes ubicaciones geográficas).
- **Inserción de marcadores:** permite insertar marcadores en un mapa para marcar una ubicación determinada en el mismo.
- **Cálculo de rutas:** Google Maps ofrece servicios de enrutamiento con hitos en su recorrido usando diferentes medios de transporte como vehículos, bicicletas, etc.

### 3.4.6. OTRAS HERRAMIENTAS

A continuación se describen otras herramientas que será necesario utilizar durante el desarrollo del proyecto indicando la función que van a desempeñar.

### Microsoft Office [44]

Microsoft Office es una suite ofimática desarrollada por Microsoft que ofrece diversas herramientas de oficina. En el desarrollo de este proyecto se van a utilizar las siguientes:

- **Microsoft Word:** es el procesador de texto ofrecido en el paquete de Microsoft Office que se utilizará para desarrollar la documentación del proyecto.
- **Microsoft Excel:** programa de hojas o planillas de cálculo que será utilizado para realizar el presupuesto, crear gráficos, tablas complejas, etc.
- **Microsoft PowerPoint:** herramienta para desarrollar y desplegar presentaciones visuales formadas por diapositivas que pueden contener texto, imágenes, sonido, animaciones y vídeos. Se utilizará para realizar la presentación del proyecto.
- **Microsoft Visio:** herramienta que permite la construcción de diagramas y figuras para la representación diagramas de Gantt, procesos de funcionamiento, modelo de datos, etc.

### 3.4.7. RESUMEN HERRAMIENTAS ELEGIDAS

A continuación se muestra una tabla resumen de todas las herramientas elegidas para el desarrollo del presente Trabajo de Fin de Grado indicando la versión utilizada:

HERRAMIENTA	Versión
Plataforma principal	Android 2.3-4.3
PhoneGap	PhoneGap 2.9.0
jQuery Mobile	jQuery Mobile 1.4.0
Eclipse	Eclipse Helios 3.6.2
Microsoft Office	Microsoft Office 2007 Enterprise
Microsoft Visio	Microsoft Visio 2013

Tabla 4. Resumen herramientas elegidas

## CAPÍTULO 4. ANÁLISIS

Tras quedar definidos los objetivos y características principales del proyecto, en este capítulo se detallan las características del sistema a desarrollar de forma que todas las necesidades del mismo queden cubiertas y cumpla con los objetivos definidos. Esta especificación será utilizada de base para realizar el posterior diseño del sistema.

### 4.1. REQUISITOS DE USUARIO

En esta sección se muestra el catálogo de requisitos de usuario, tanto los de capacidad como los de restricción. Ha sido realizado a través de la información recopilada en diferentes reuniones con David Hinojosa.

La plantilla utilizada para el establecimiento de los requisitos de usuario es la detallada en el Anexo A, sección 1 del presente documento.

#### 4.1.1. REQUISITOS DE CAPACIDAD

A continuación se muestra la lista de los requisitos de usuario de capacidad identificados en el sistema.

IDENTIFICADOR	RUC-001: Captura de rutas		
DESCRIPCIÓN	El sistema permitirá la captura del recorrido de las rutas realizado por el usuario.		
FUENTE	<input checked="" type="checkbox"/> D. Hinojosa <input type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 5. RUC-001

IDENTIFICADOR	RUC-002: Almacenamiento de rutas e información		
DESCRIPCIÓN	El sistema almacenará el recorrido de las rutas realizadas y toda su información asociada: distancia recorrida, duración, fecha y hora de inicio, origen, destino, descripción, velocidad media, fotografías y medios de transporte utilizados.		
FUENTE	<input checked="" type="checkbox"/> D. Hinojosa <input type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 6. RUC-002

IDENTIFICADOR	RUC-003: Añadir marcadores		
DESCRIPCIÓN	El sistema ofrecerá la posibilidad al usuario de añadir marcadores a un recorrido. Los tipos de marcadores serán: inicio de una zona de tráfico, fin de una zona de tráfico, radar, punto de interés y parada.		
FUENTE	<input type="checkbox"/> D. Hinojosa <input checked="" type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 7. RUC-003

IDENTIFICADOR	RUC-004 Listado de rutas		
DESCRIPCIÓN	El sistema deberá mostrar el listado completo de rutas almacenadas en el sistema ordenadas según el criterio indicado por el usuario.		
FUENTE	<input checked="" type="checkbox"/> D. Hinojosa <input type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 8. RUC-004

IDENTIFICADOR	RUC-005: Visualizar ruta		
DESCRIPCIÓN	Las rutas podrán ser visualizadas en el momento que desee. Se deberá mostrar el recorrido realizado y toda su información almacenada.		
FUENTE	<input checked="" type="checkbox"/> D. Hinojosa <input type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 9. RUC-005

IDENTIFICADOR	RUC-006: Perfil de usuario		
DESCRIPCIÓN	Se mostrará un perfil de usuario en el que aparecerá su nombre y la ubicación de su domicilio. Se dará la posibilidad de editar esta información y obtener las indicaciones para ir a la dirección indicada.		
FUENTE	<input type="checkbox"/> D. Hinojosa <input checked="" type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input type="checkbox"/> Necesario <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 10. RUC-006

IDENTIFICADOR	RUC-007: Indicaciones al domicilio		
DESCRIPCIÓN	El sistema permitirá obtener las indicaciones necesarias para volver a la dirección del domicilio almacenada.		
FUENTE	<input type="checkbox"/> D. Hinojosa <input checked="" type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input type="checkbox"/> Necesario <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 11. RUC-007

IDENTIFICADOR	RUC-008: Parada y reanudación de la ruta		
DESCRIPCIÓN	El sistema permitirá detener la captura de la ruta en un determinado momento y volver a reanudarla cuando se desee.		
FUENTE	<input type="checkbox"/> D. Hinojosa <input checked="" type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input checked="" type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 12. RUC-008

IDENTIFICADOR	RUC-009: Ordenar lista de rutas según criterios		
DESCRIPCIÓN	El sistema permitirá ordenar la lista de rutas almacenadas alfabéticamente, por fecha (desde la más reciente), duración (de menor a mayor) y por distancia recorrida (de menor a mayor).		
FUENTE	<input type="checkbox"/> D. Hinojosa <input checked="" type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input checked="" type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 13. RUC-009

IDENTIFICADOR	RUC-010: Editar información de ruta		
DESCRIPCIÓN	El sistema dará la opción al usuario de editar la información de una determinada ruta.		
FUENTE	<input type="checkbox"/> D. Hinojosa <input checked="" type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input type="checkbox"/> Necesario <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 14. RUC-010

IDENTIFICADOR	RUC-011: Eliminar ruta		
DESCRIPCIÓN	El sistema dará la opción al usuario de eliminar una determinada ruta almacenada en el momento que lo desee.		
FUENTE	<input type="checkbox"/> D. Hinojosa <input checked="" type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 15. RUC-011

IDENTIFICADOR	RUC-012: Ruta más corta		
DESCRIPCIÓN	El sistema dará la opción al usuario de obtener las indicaciones necesarias para realizar la ruta más corta desde el origen hasta el destino pasando por los marcadores establecidos en el recorrido.		
FUENTE	<input checked="" type="checkbox"/> D. Hinojosa <input type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 16. RUC-012

IDENTIFICADOR	RUC-013: Uso de otras funciones		
DESCRIPCIÓN	Se podrá realizar la captura de una ruta de forma paralela a la utilización de otras funciones del dispositivo móvil.		
FUENTE	<input type="checkbox"/> D. Hinojosa <input checked="" type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 17. RUC-013

#### 4.1.2. REQUISITOS DE RESTRICCIÓN

A continuación se muestra la lista de requisitos de usuario de restricción. Estos requisitos detallan las restricciones impuestas en el desarrollo del sistema.

IDENTIFICADOR	RUR-001: Uso del Sistema Internacional de unidades		
DESCRIPCIÓN	Se deberán expresar las magnitudes utilizadas en la aplicación en las unidades indicadas en el Sistema Internacional de unidades.		
FUENTE	<input type="checkbox"/> D. Hinojosa <input checked="" type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 18.- RUR-001

IDENTIFICADOR	RUR-002: Lista de rutas ordenadas por fecha		
DESCRIPCIÓN	La lista de rutas almacenadas en el sistema deberá mostrarse por defecto ordenada por fecha, empezando por la más reciente.		
FUENTE	<input type="checkbox"/> D. Hinojosa <input checked="" type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 19. RUR-002

IDENTIFICADOR	RUR-003: Interfaz intuitiva y fácil de usar		
DESCRIPCIÓN	La interfaz de la aplicación deberá ser intuitiva y fácil de usar.		
FUENTE	<input checked="" type="checkbox"/> D. Hinojosa <input type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 20. RUR-003

IDENTIFICADOR	RUR-004: Espectro de usuarios		
DESCRIPCIÓN	El sistema debe ser accesible al mayor número de usuarios posible.		
FUENTE	<input checked="" type="checkbox"/> D. Hinojosa <input type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 21. RUR-004

## 4.2. CASOS DE USO

A partir del catálogo de requisitos detallado anteriormente, en esta sección se especifica el diagrama de casos de uso de la aplicación junto con una explicación detallada de cada uno de ellos y de los actores que participan en el sistema. Finalmente se incluye la matriz de trazabilidad entre los requisitos de usuario y los casos de uso.

### 4.2.1. DIAGRAMA DE CASOS DE USO

La ilustración número 4 muestra el diagrama de los casos de uso que se han identificado en el sistema. Dichos casos de uso representan la funcionalidad principal ofrecida por la aplicación.

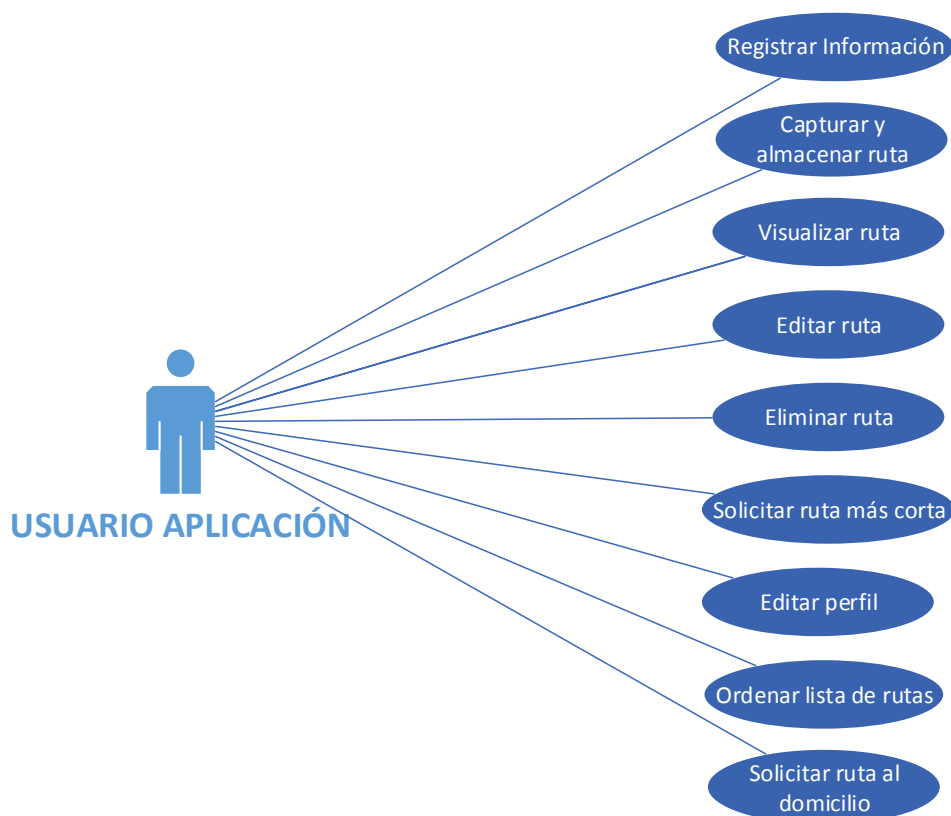


Ilustración 5. Diagrama de casos de uso

### 4.2.2. ESPECIFICACIÓN DE ACTORES DEL SISTEMA

Como se puede observar en el apartado anterior, únicamente se ha identificado un actor en el sistema: el usuario de la aplicación. En la siguiente tabla se muestra la descripción del mismo:

IDENTIFICADOR	A-001: Usuario de la aplicación
DESCRIPCIÓN	El usuario de la aplicación utilizará las diferentes funcionalidades ofrecidas por el sistema.

Tabla 22. Actor del sistema A-001



### 4.2.3. DEFINICIÓN DE LOS CASOS DE USO

En este apartado se realiza una definición detallada de los distintos casos de uso identificados en el diagrama especificado en el apartado 4.2.1. La plantilla utilizada para ello es la especificada en el Anexo A, sección 2 del presente documento.

IDENTIFICADOR	CU-001: Registrar Información
DESCRIPCIÓN	Registrar la información inicial solicitada por el sistema en el primer inicio del mismo.
ACTORES	Usuario de la aplicación.
PRECONDICIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>No hay información inicial del usuario almacenada en el sistema.</li> </ul>
POSCONDICIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>Información del usuario almacenada en el sistema.</li> <li>Se muestra el menú principal.</li> </ul>
FLUJO NORMAL	<ol style="list-style-type: none"> <li>Iniciar la aplicación.</li> <li>Rellenar la información inicial solicitada.</li> <li>Guardar información.</li> </ol>
FLUJO ALTERNATIVO	<p>El usuario ha borrado los datos del sistema y al iniciar la aplicación se requieren de nuevo los datos del usuario:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Rellenar la información inicial solicitada.</li> <li>Guardar información</li> </ol>

Tabla 23. CU-001

IDENTIFICADOR	CU-002: Capturar y almacenar ruta
DESCRIPCIÓN	Capturar el recorrido de la ruta realizada por el usuario utilizando la señal GPS del dispositivo móvil en el que esté instalada la aplicación.
ACTORES	Usuario de la aplicación.
PRECONDICIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>La aplicación está arrancada.</li> <li>La señal GPS del dispositivo está activada.</li> <li>El usuario se encuentra en el menú principal.</li> </ul>
POSCONDICIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recorrido de la ruta capturado.</li> <li>Ruta almacenada en el sistema.</li> <li>Se visualiza la nueva ruta capturada junto con toda su información asociada.</li> </ul>
FLUJO NORMAL	<ol style="list-style-type: none"> <li>Seleccionar opción de capturar ruta.</li> <li>Iniciar captura.</li> <li>Finalizar captura.</li> </ol>
FLUJO ALTERNATIVO	<p>Se ha pausado la captura de la ruta:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Reanudar ruta.</li> <li>Finalizar captura.</li> </ol>

Tabla 24. CU-002

IDENTIFICADOR	CU-003: Visualizar Ruta
DESCRIPCIÓN	Se muestra el recorrido de una determinada ruta capturada así como toda su información asociada.
ACTORES	Usuario de la aplicación.
PRECONDICIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>La aplicación está arrancada.</li> <li>Existen rutas almacenadas en el sistema.</li> <li>El usuario se encuentra en el menú principal.</li> </ul>
POSCONDICIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visualización de la ruta deseada.</li> </ul>
FLUJO NORMAL	<ol style="list-style-type: none"> <li>Seleccionar lista de rutas almacenadas.</li> <li>Seleccionar ruta deseada.</li> </ol>
FLUJO ALTERNATIVO	No existe.

Tabla 25. CU-003

IDENTIFICADOR	CU-004: Editar Ruta
DESCRIPCIÓN	Se edita toda la información que sea posible (nombre, origen, destino, descripción, medios de transporte utilizados y fotografías) de una determinada ruta.
ACTORES	Usuario de la aplicación.
PRECONDICIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>La aplicación está arrancada.</li> <li>El usuario se encuentra en el menú principal.</li> </ul>
POSCONDICIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>Información de ruta seleccionada editada.</li> <li>Se muestra la visualización de la ruta actualizada.</li> </ul>
FLUJO NORMAL	<ol style="list-style-type: none"> <li>Seleccionar lista de rutas almacenadas.</li> <li>Seleccionar ruta deseada.</li> <li>Seleccionar la opción de editar información.</li> <li>Editar la información.</li> <li>Guardar la información de la ruta.</li> </ol>
FLUJO ALTERNATIVO	No existe.

Tabla 26. CU-004

IDENTIFICADOR	CU-005: Eliminar Ruta
DESCRIPCIÓN	Se elimina toda la información almacenada en el sistema de una determinada ruta.
ACTORES	Usuario de la aplicación.
PRECONDICIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>La aplicación está arrancada.</li> <li>El usuario se encuentra en el menú principal.</li> </ul>
POSCONDICIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ruta eliminada.</li> <li>Se muestra la lista de rutas disponibles en el sistema.</li> </ul>
FLUJO NORMAL	<ol style="list-style-type: none"> <li>Seleccionar lista de rutas almacenadas.</li> <li>Seleccionar ruta deseada.</li> <li>Seleccionar la opción de eliminar ruta.</li> </ol>
FLUJO ALTERNATIVO	No existe.

Tabla 27. CU-005

IDENTIFICADOR	CU-006: Solicitar ruta más corta
DESCRIPCIÓN	Obtener las indicaciones necesarias para realizar la ruta más corta entre el origen y el destino pasando por los marcadores añadidos durante la captura.
ACTORES	Usuario de la aplicación.
PRECONDICIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>La aplicación está arrancada.</li> <li>El usuario se encuentra en el menú principal.</li> </ul>
POSCONDICIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se obtienen las indicaciones para realizar la ruta más corta.</li> </ul>
FLUJO NORMAL	<ol style="list-style-type: none"> <li>Seleccionar lista de rutas almacenadas.</li> <li>Seleccionar ruta deseada.</li> <li>Seleccionar la opción de calcular ruta más corta.</li> </ol>
FLUJO ALTERNATIVO	No existe.

Tabla 28. CU-006

IDENTIFICADOR	CU-007: Editar Perfil
DESCRIPCIÓN	Edición de los datos almacenados en el perfil del usuario de la aplicación.
ACTORES	Usuario de la aplicación.
PRECONDICIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>La aplicación está arrancada.</li> <li>El usuario se encuentra en el menú principal.</li> </ul>
POSCONDICIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perfil del usuario editado.</li> <li>Se muestra el nuevo perfil actualizado.</li> </ul>
FLUJO NORMAL	<ol style="list-style-type: none"> <li>Seleccionar la opción de visualizar perfil de usuario.</li> <li>Seleccionar la opción de editar información.</li> <li>Editar información del perfil.</li> <li>Guardar la nueva información del perfil de usuario.</li> </ol>
FLUJO ALTERNATIVO	No existe.

Tabla 29. CU-007

IDENTIFICADOR	CU-008: Ordenar lista de rutas
DESCRIPCIÓN	Ordenar la lista de rutas almacenadas según uno de los criterios disponibles.
ACTORES	Usuario de la aplicación.
PRECONDICIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>La aplicación está arrancada.</li> <li>El usuario se encuentra en el menú principal.</li> </ul>
POSCONDICIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se muestra la lista de rutas ordenada según el criterio elegido.</li> </ul>
FLUJO NORMAL	<ol style="list-style-type: none"> <li>Seleccionar lista de rutas almacenadas.</li> <li>Seleccionar el criterio para ordenar las rutas.</li> </ol>
FLUJO ALTERNATIVO	No existe.

Tabla 30. CU-008

IDENTIFICADOR	CU-009: Solicitar ruta al domicilio
DESCRIPCIÓN	Obtener las indicaciones necesarias para realizar la ruta más corta desde la posición actual hasta la dirección del domicilio almacenado en el sistema.
ACTORES	Usuario de la aplicación.
PRECONDICIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>La aplicación está arrancada.</li> <li>El usuario se encuentra en el menú principal.</li> </ul>
POSCONDICIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se obtienen las indicaciones para llegar al domicilio almacenado.</li> </ul>
FLUJO NORMAL	<ol style="list-style-type: none"> <li>Seleccionar la opción de perfil de usuario.</li> <li>Seleccionar opción de volver al domicilio.</li> </ol>
FLUJO ALTERNATIVO	No existe.

Tabla 31. CU-009

#### 4.2.4. MATRIZ DE TRAZABILIDAD: REQUISITOS USUARIO/CASOS DE USO

En la siguiente tabla se muestra la matriz de trazabilidad que verifica que todos los casos de uso especificados están relacionados con alguno de los requisitos de usuario de capacidad y viceversa.

	CU-001	CU-002	CU-003	CU-004	CU-005	CU-006	CU-007	CU-008	CU-009
RUC-001		X	X	X	X	X		X	
RUC-002		X	X	X	X	X		X	
RUC-003		X	X			X			
RUC-004		X	X	X	X	X		X	
RUC-005		X	X	X	X	X		X	
RUC-006	X						X		X
RUC-007	X						X		X
RUC-008		X							
RUC-009		X						X	
RUC-010		X		X					
RUC-011		X			X				
RUC-012		X				X			
RUC-013		X							

Tabla 32. Matriz trazabilidad: requisitos/casos de uso

### 4.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

En esta sección se realiza una descripción detallada del sistema en base al catálogo de requisitos y casos de uso especificados en las secciones anteriores.

#### 4.3.1. FUNCIONAMIENTO GENERAL

En la ilustración número 5, se muestra el funcionamiento general de la aplicación:



Ilustración 6. Funcionamiento general de la aplicación

Para poder usar la aplicación, ésta deberá estar instalada en el dispositivo móvil. Además el usuario deberá tener activada la señal GPS del mismo. De este modo, el funcionamiento general del sistema sería el que se detalla a continuación:

1. Se comienza a capturar el recorrido realizado por el usuario del dispositivo móvil obteniendo la localización geográfica del mismo. Durante esta captura se permite la inserción de marcadores y la pausa y reanudación de la ruta.
2. Se almacenan todas las localizaciones geográficas obtenidas durante el recorrido de la ruta y su información adicional asociada en el sistema de almacenamiento de la aplicación.
3. Una vez realizado el almacenamiento, el usuario puede realizar el tratamiento de las rutas capturadas.

#### 4.3.2. DESCRIPCIÓN DE LA FUNCIONALIDAD

En este apartado se describe con detalle la funcionalidad que deberá ofrecer el sistema.

##### Recogida, almacenamiento y personalización de una ruta

A través de la señal GPS del dispositivo se realizará la captura del recorrido de una ruta. Durante dicha captura se podrán realizar las siguientes acciones:

- **Inserción de marcadores:** podrán insertarse marcadores durante la realización de la ruta. Estos marcadores serán de cuatro tipos:
  - **Tráfico:** indicará el inicio y fin de una zona de tráfico en el recorrido de la ruta.
  - **Radar:** indicará la ubicación de un radar en el recorrido de la ruta.
  - **Punto turístico:** indicará la existencia de un punto de interés turístico en el recorrido de la ruta.
  - **Parada:** indicará la ubicación del recorrido donde se ha realizado una parada.

- **Pausa y reanudación de la captura:** la captura de una ruta podrá ser pausada y reanudada en el momento que se desee.
- **Finalización de la ruta:** se podrá detener la captura de la ruta.

Una vez finalizada la captura de la ruta, se almacenará su recorrido e información adicional asociada con el objetivo de que pueda ser analizada y personalizada en el momento que se desee. La información adicional que será almacenada es la siguiente:

- **Nombre:** se solicitará un nombre al usuario para asociarlo a una determinada ruta de modo que ésta pueda identificarse con él.
- **Origen:** nombre de la ubicación donde se inició la ruta.
- **Destino:** nombre de la ubicación donde se finalizó la ruta.
- **Fecha y hora:** se almacenará la fecha y hora de la ruta con el objetivo de saber en qué momento se ha realizado la misma.
- **Distancia recorrida:** este parámetro indica la distancia existente entre la primera coordenada de la ruta (origen) y la última (destino), pasando por todas las coordenadas capturadas con la señal GPS del recorrido realizado.
- **Duración de la ruta:** parámetro que indica cuanto tiempo se ha tardado en realizar el recorrido capturado.
- **Fotografías:** cada ruta podrá tener asociadas fotografías que podrán ser visualizadas al acceder a la información de dicha ruta.
- **Descripción:** breve explicación sobre la ruta realizada.
- **Medios de transporte:** indica qué medios de transporte han sido utilizados durante la realización de la ruta. Podrá seleccionarse entre *vehículo, bicicleta, a pie* y *otros*.
- **Marcadores:** durante el recorrido podrán añadirse marcadores en el mapa.
- **Velocidad media:** indica la velocidad media alcanzada durante el recorrido de la ruta.

### Listado de rutas

Las rutas almacenadas en el sistema aparecerán en un listado en el que se mostrará un resumen de su información con el objetivo de que la ruta pueda ser identificada. Este listado podrá ser ordenado según los siguientes criterios:

- **Alfabéticamente:** la lista de rutas se mostrará ordenada alfabéticamente por nombre.
- **Fecha:** la lista de rutas se mostrará ordenada por su fecha de inicio, empezando por la que se realizó primero.
- **Duración:** la lista de rutas se mostrará ordenada por su duración, de menor a mayor.
- **Distancia recorrida:** la lista de rutas se mostrará ordenada por la distancia recorrida, de menor a mayor.

### Análisis y edición de una ruta

Se podrá seleccionar del listado cualquier ruta para analizarla. Se deberá mostrar toda la información almacenada y la reconstrucción del recorrido realizado dibujado en un mapa, junto con la posición de los marcadores insertados.

La información asociada de cualquier ruta seleccionada podrá ser editada. También podrá eliminarse una determinada ruta del sistema cuando se desee.

### **Funcionamiento en *background***

Con el objetivo de que se pueda utilizar cualquier servicio o funcionalidad del dispositivo móvil de forma paralela a la recogida de una ruta, el sistema deberá ser capaz de ejecutarse en segundo plano.

### **Cálculo de la ruta más corta**

Se ofrecerá la posibilidad de calcular la ruta más corta entre el origen y el destino de una determinada ruta estableciendo como hitos los marcadores insertados durante la captura de la misma.

### **Información de usuario**

Se almacenarán el nombre y la ubicación del domicilio del usuario con el objetivo de poder facilitarle las indicaciones necesarias para llegar al mismo.

## 4.4. REQUISITOS DE SOFTWARE

En esta sección se muestra el catálogo de requisitos de software del sistema, tanto los funcionales como los no funcionales. Dicho catálogo se ha obtenido en base a la información detallada en el catálogo de requisitos de usuario, casos de uso y descripción del sistema.

La plantilla utilizada para los requisitos de software es la misma que la utilizada para los requisitos de usuario y está detallada en el Anexo A, sección 1 del presente documento.

### 4.4.1. REQUISITOS FUNCIONALES

A continuación se muestra la lista de los requisitos de software funcionales del sistema:

IDENTIFICADOR	RSF-001: Captura de rutas mediante la señal GPS		
DESCRIPCIÓN	El sistema permitirá la captura del recorrido de las rutas realizadas por el usuario usando para ello la señal GPS del dispositivo móvil.		
FUENTE	<input checked="" type="checkbox"/> D. Hinojosa <input type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 33. RSF-001

IDENTIFICADOR	RSF-002: Almacenamiento de rutas		
DESCRIPCIÓN	El sistema deberá almacenar el recorrido de las rutas capturadas mediante la señal GPS del dispositivo y la información asociada a ella: distancia recorrida, duración, fecha y hora en la que se inició la ruta.		
FUENTE	<input checked="" type="checkbox"/> D. Hinojosa <input type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 34. RSF-002

IDENTIFICADOR	RSF-003: Almacenamiento de información adicional		
DESCRIPCIÓN	El sistema deberá solicitar al usuario la siguiente información adicional de la ruta y almacenarla en el sistema: origen, destino, descripción, fotografías y medios de transporte utilizados.		
FUENTE	<input checked="" type="checkbox"/> D. Hinojosa <input type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 35. RSF-003

IDENTIFICADOR	RSF-004: Añadir marcadores		
DESCRIPCIÓN	El sistema ofrecerá la posibilidad al usuario de añadir marcadores durante la captura del recorrido de una ruta. Los tipos de marcadores serán: inicio de una zona de tráfico, fin de una zona de tráfico, radar, punto de interés y parada en el recorrido.		
FUENTE	<input type="checkbox"/> D. Hinojosa <input checked="" type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 36. RSF-004



IDENTIFICADOR	RSF-005 Listado de rutas		
DESCRIPCIÓN	El sistema deberá mostrar el listado completo de rutas almacenadas en el sistema ordenadas según el criterio indicado por el usuario.		
FUENTE	<input checked="" type="checkbox"/> D. Hinojosa <input type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 37. RSF-005

IDENTIFICADOR	RSF-006: Visualizar ruta		
DESCRIPCIÓN	Se deberá dibujar el recorrido de la ruta en un mapa y mostrar los marcadores insertados en él. También se mostrará toda su información asociada: nombre, origen, destino, fecha de inicio, distancia recorrida, duración, velocidad media (calculada a partir de la distancia y la duración), fotografías y medio de transporte utilizados.		
FUENTE	<input checked="" type="checkbox"/> D. Hinojosa <input type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 38. RSF-006

IDENTIFICADOR	RSF-007: Información inicial de usuario		
DESCRIPCIÓN	El sistema solicitará al usuario su nombre y la ubicación de su domicilio en el primer inicio de la aplicación.		
FUENTE	<input type="checkbox"/> D. Hinojosa <input checked="" type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 39. RSF-007

IDENTIFICADOR	RSF-008: Perfil de usuario		
DESCRIPCIÓN	Se mostrará un perfil de usuario en el que se mostrará su nombre y la ubicación de su domicilio.		
FUENTE	<input type="checkbox"/> D. Hinojosa <input checked="" type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input type="checkbox"/> Necesario <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 40. RSF-008

IDENTIFICADOR	RSF-009: Editar información de usuario		
DESCRIPCIÓN	El sistema dará la opción al usuario de editar el nombre de usuario y la ubicación del domicilio indicados en el primer inicio de la aplicación.		
FUENTE	<input type="checkbox"/> Tutor <input checked="" type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input type="checkbox"/> Necesario <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 41. RSF-009

IDENTIFICADOR	RSF-010: Indicaciones al domicilio		
DESCRIPCIÓN	El sistema permitirá obtener las indicaciones necesarias para volver a la dirección del domicilio almacenada desde la ubicación actual del dispositivo en el momento que sea solicitado por el usuario.		
FUENTE	<input type="checkbox"/> D. Hinojosa <input checked="" type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input type="checkbox"/> Necesario <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 42. RSF-010

IDENTIFICADOR	RSF-011: Parada y reanudación de la ruta		
DESCRIPCIÓN	El sistema permitirá detener la captura de la ruta en un determinado momento y volver a reanudarla cuando se desee.		
FUENTE	<input type="checkbox"/> D. Hinojosa <input checked="" type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input checked="" type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 43. RSF-011

IDENTIFICADOR	RSF-012: Ordenar lista de rutas según criterios		
DESCRIPCIÓN	El sistema debe permitir ordenar la lista de rutas almacenadas alfabéticamente (por nombre), por fecha (comenzando desde la más reciente), duración (de menor a mayor) y por distancia recorrida (de menor a mayor).		
FUENTE	<input type="checkbox"/> D. Hinojosa <input checked="" type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input checked="" type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 44. RSF-012

IDENTIFICADOR	RSF-013: Editar información de ruta		
DESCRIPCIÓN	El sistema dará la opción al usuario de editar los siguientes parámetros de una determinada ruta: nombre, origen, destino, descripción y medios de transporte utilizados.		
FUENTE	<input type="checkbox"/> D. Hinojosa <input checked="" type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input type="checkbox"/> Necesario <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 45. RSF-013

IDENTIFICADOR	RSF-014: Eliminar ruta		
DESCRIPCIÓN	El sistema dará la opción al usuario de eliminar una determinada ruta almacenada en el momento que lo desee.		
FUENTE	<input type="checkbox"/> D. Hinojosa <input checked="" type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 46. RSF-014

IDENTIFICADOR	RSF-015: Ruta más corta		
DESCRIPCIÓN	El sistema dará la opción al usuario de obtener las indicaciones necesarias para realizar la ruta más corta desde el origen hasta el destino pasando por los marcadores establecidos en el recorrido.		
FUENTE	<input checked="" type="checkbox"/> D. Hinojosa <input type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 47. RSF-015

IDENTIFICADOR	RSF-016: Captura de ruta en background		
DESCRIPCIÓN	El sistema deberá ser capaz de realizar la captura de la ruta en segundo plano para permitir al usuario usar de forma simultánea el resto de funcionalidades del dispositivo.		
FUENTE	<input type="checkbox"/> D. Hinojosa <input checked="" type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 48. RSF-016

#### 4.4.2. REQUISITOS NO FUNCIONALES

A continuación se muestra la lista de requisitos no funcionales del sistema:

IDENTIFICADOR	RSNF-001: Uso del Sistema Internacional de unidades		
DESCRIPCIÓN	Se deberán expresar las magnitudes utilizadas en la aplicación en las unidades indicadas en el Sistema Internacional de unidades.		
FUENTE	<input type="checkbox"/> D. Hinojosa <input checked="" type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 49.- RSNF-001

IDENTIFICADOR	RSNF-002: Lista de rutas ordenadas por fecha		
DESCRIPCIÓN	La lista de rutas almacenadas en el sistema deberá mostrarse por defecto ordenada por fecha, empezando por la más reciente.		
FUENTE	<input type="checkbox"/> D. Hinojosa <input checked="" type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 50. RSNF-002

IDENTIFICADOR	RSNF-003: Interfaz intuitiva y fácil de usar		
DESCRIPCIÓN	La interfaz de la aplicación deberá ser intuitiva y fácil de usar.		
FUENTE	<input checked="" type="checkbox"/> D. Hinojosa <input type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 51. RSNF-003

IDENTIFICADOR	RSNF-004: Android 2.3-4.3		
DESCRIPCIÓN	El sistema será compatible con dispositivos que tengan instalado el sistema operativo Android desde la versión 2.3 de Android hasta la 4.3.		
FUENTE	<input type="checkbox"/> D. Hinojosa <input checked="" type="checkbox"/> Alumna	ESTABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 52. RSNF-004

4.4.3. MATRIZ DE TRAZABILIDAD: REQUISITOS USUARIO/REQUISITOS SOFTWARE

En la tabla número 53 se muestra la matriz de trazabilidad que verifica que todos los requisitos de usuario especificados en el sistema están relacionados con alguno de los de software y viceversa.

	RSF-001	RSF-002	RSF-003	RSF-004	RSF-005	RSF-006	RSF-007	RSF-008	RSF-009	RSF-010	RSF-011	RSF-012	RSF-013	RSF-014	RSF-015	RSF-016	RSNF-001	RSNF-002	RSNF-003	RSNF-004
RUC-001	X																			
RUC-002		X	X																	
RUC-003				X																
RUC-004					X															
RUC-005						X														
RUC-006							X	X	X											
RUC-007										X										
RUC-008											X									
RUC-009												X								
RUC-010													X							
RUC-011														X						
RUC-012															X					
RUC-013																X				
RUR-001																	X			
RUR-002																		X		
RUR-003																			X	
RUR-004																				X

Tabla 53. Matriz trazabilidad: requisitos usuario/requisitos de software

## 4.5. ENTORNO TECNOLÓGICO

En esta sección se detallan las características técnicas de los equipos que se van a utilizar en el desarrollo del proyecto.

### Ordenador portátil

A continuación se detallan las características del ordenador portátil que se va a utilizar:

DISPOSITIVO	Acer Aspire 5750G
Sistema Operativo	Windows 7 Home Premium con Service Pack 1 de 64 bits.
Procesador	Core i5-2450M / 2.5 GHz con turbo hasta 3.1GHz (Quad Core).
RAM	4GB DDR3 SDRAM.
Disco duro	500GB SATA II a 5400 rpm.
Monitor 1	Acer pantalla integrada 15,6 pulgadas.
Monitor 2	HP L1907s de 17 pulgadas.

Tabla 54. Equipo de trabajo - Ordenador portátil

### Smartphones

En las tablas número 55 y 56 se muestran las características principales de los dos *smartphones* a utilizar durante el desarrollo y las pruebas del sistema:

DISPOSITIVO	Star B94M
Sistema Operativo	Android 4.2.1 Jelly Bean.
Procesador	MTK 6589, Cortex A7 (Quad Core) / 1.2 GHz
RAM	1GB.
ROM	4GB.
Pantalla	Pantalla táctil capacitativa de 4,5 pulgadas.
Resolución	960x540 píxeles.
Internet móvil	WAP/WIFI.
Cámara	Frontal 5.0MP y trasera 12MP con flash y enfoque automático.
Banda	2G (GSM 850/900/1800/1900 MHz) y 3G (WCDMA 2100 MHz).

Tabla 55. Equipo de trabajo - Smartphone 1

DISPOSITIVO	Orange Monte Carlo / ZTE Skate
Sistema Operativo	Android 2.3.5 Gingerbread
Procesador	800 MHz
RAM	512MB.
ROM	256MB.
Pantalla	Pantalla táctil capacitativa de 4,3 pulgadas.
Resolución	400x800 píxeles.
Internet móvil	WAP/WIFI.
Cámara	Trasera 5.0MP con flash LED y enfoque automático.
Banda	GSM 900/1800/1900 – HSDPA 900/2100

Tabla 56. Equipo de trabajo - Smartphone 2

## CAPÍTULO 5. DISEÑO

En este capítulo se detalla el diseño del sistema a desarrollar. Se especificaran las interfaces de la aplicación y las opciones de navegación entre cada las ellas, el diseño de datos para la construcción de la base de datos y el diseño de las pruebas que deberán realizarse en la fase de evaluación.

### 5.1. INTERFACES DEL SISTEMA Y NAVEGACIÓN DE PANTALLAS

En este apartado se van a especificar las interfaces que se van a utilizar para la interacción entre la aplicación a desarrollar y el usuario de la misma describiendo los elementos que las forman y sus características. También se incluirá un diagrama que especifique la navegación entre dichas interfaces.

#### 5.1.1. DISEÑO DE LA INTERFAZ DE USUARIO

En este apartado se detalla el diseño de la interfaz de usuario que deberá poseer el sistema. Como se ha especificado en los requisitos *RUR-004: Interfaz intuitiva y fácil de usar* y *RSNF-003: Interfaz intuitiva y fácil de usar*, las interfaces deben ser intuitivas y fáciles de usar, por lo que su construcción se ha basado en los principios de diseño y usabilidad de los siguientes libros:

- Dix, A., Finlay, J., Abowd, G., Beale, R. Human-Computer Interaction. Prentice Hall, 3rd Edition, 2004.
- Nielsen, J. Designing Web Usability. New Riders, 2000.
- Preece, J. Interaction Design. Beyond human computer interaction. John Wiley&Sons, 2002.
- Shneiderman, B. Designing the User Interface. Addison-Wesley, 1999, 3rd Edition.

En la ilustración número 6, se muestra el diseño de la interfaz que se va a utilizar en todas las pantallas de aplicación a desarrollar:

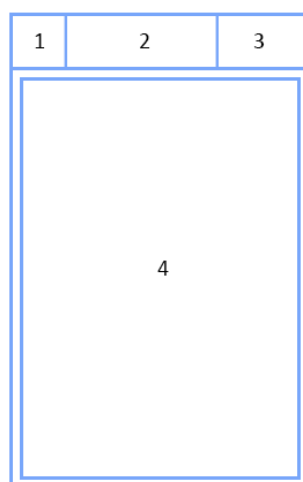


Ilustración 7. Diseño pantalla

Como se puede observar la vista consta de cuatro partes diferentes. Las tres primeras forman el encabezado de la misma:

- **Parte número 1 – Botones de “Atrás” e “Inicio”:** cuando sea necesario mostrar el botón de “Atrás”, “Inicio” o ambos se incluirán esta parte de la pantalla.
- **Parte número 2 – Nombre de la pantalla:** en esta parte de la pantalla se indicará en qué parte de la navegación de la aplicación se encuentra el usuario.
- **Parte número 3 – Iconos de opciones:** los iconos de guardar, eliminar, editar y paneles serán incluidos en esta parte de la pantalla.
- **Parte número 4 – Contenido:** el resto del contenido que necesite mostrarse en una pantalla será incluido en esta parte.

A continuación se especifica el diseño de los distintos elementos que se pueden incluir en las diferentes pantallas de la aplicación:

- **Formularios:** estos elementos serán incluidos mediante jQuery Mobile, por tanto el estilo será el que el *framework* posea por defecto.
- **Texto:** el tipo de fuente utilizado en todos los textos será “Dosis” de Google.
- **Paneles:** al igual que los formularios, los paneles serán incluidos mediante jQuery Mobile.
- **Iconos del encabezado:** los iconos del encabezado serán imágenes predefinidas. A continuación se muestra una tabla que relaciona cada uno de ellos con su imagen:







ELEMENTO	Imagen
ATRÁS	
INICIO	
GUARDAR	
PANEL	
ELIMINAR	
EDITAR	

Tabla 57. Imágenes predefinidas de los elementos de la interfaz

- **Alertas** (error, información): los mensajes de error e información que sean necesario mostrar serán los utilizados por defecto por PhoneGap mediante la sentencia `alert(mensaje)`.
- **Cuadros de diálogo:** los cuadros de diálogo que sea necesario mostrar en la aplicación serán los definidos por defecto en jQuery Mobile.



### 5.1.2. DIAGRAMA DE NAVEGACIÓN DE PANTALLAS

En la Ilustración número 7 se muestra el diagrama de navegación entre las diferentes pantallas que poseerá la aplicación:

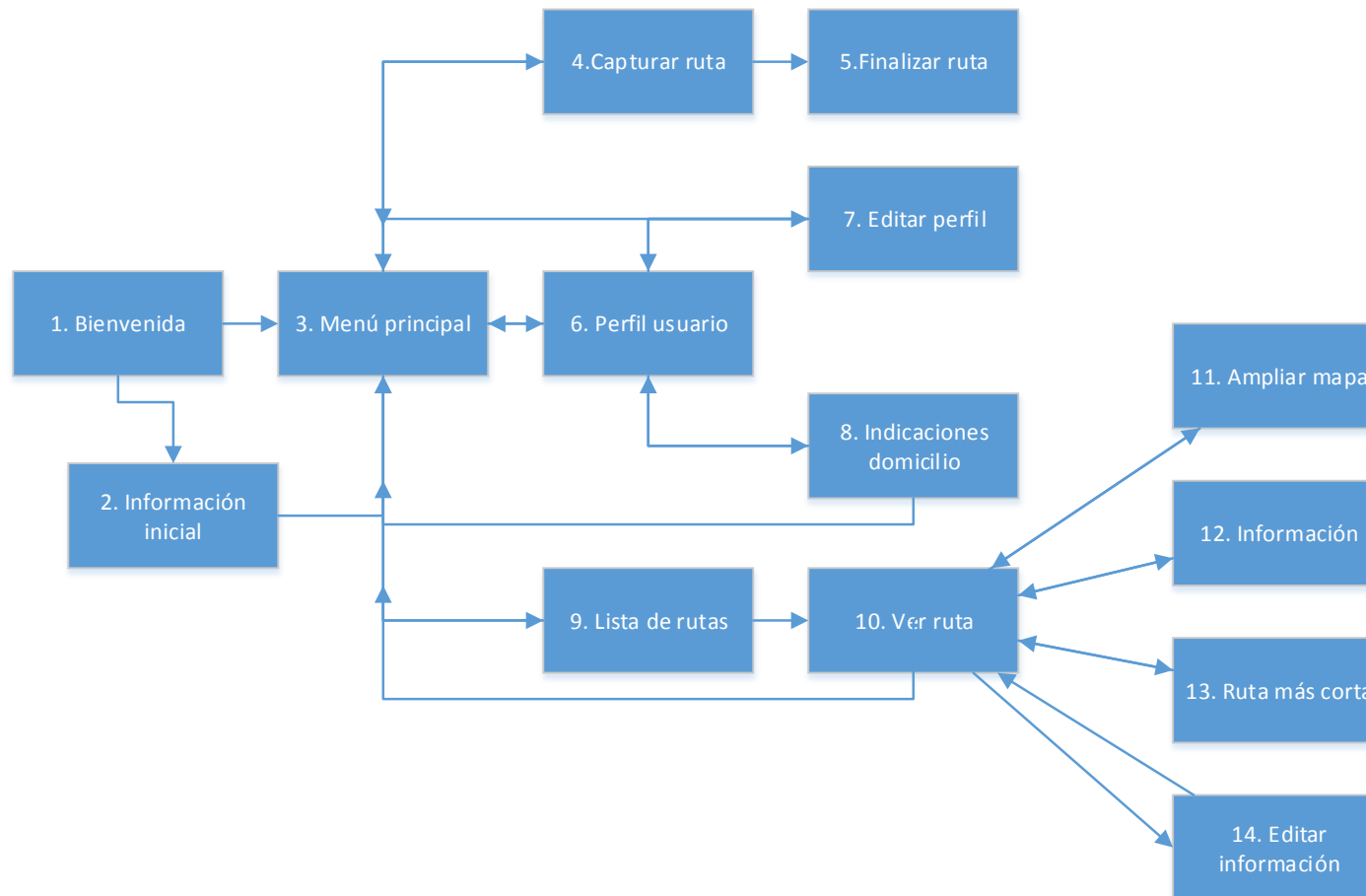


Ilustración 8. Diagrama de navegación de pantallas

Todas las pantallas del sistema indicadas en el diagrama de navegación, a excepción de la pantalla de bienvenida (número 1) y la pantalla del menú (número 3) seguirán el diseño definido en el apartado 5.1.1.

A continuación se describe cada una de las pantallas de las que constará el sistema.

### **Pantalla de bienvenida (número 1)**

Al inicio de la aplicación se mostrará una pantalla de bienvenida con el icono de la misma. Esta pantalla será mostrada hasta que se finalice la ejecución de las instrucciones necesarias para el inicio de la aplicación.

### **Pantalla información inicial (número 2)**

Esta pantalla contendrá un formulario que el usuario deberá rellenar con su nombre y ubicación de su domicilio. De este modo, esta pantalla solo deberá ser mostrada en el primer inicio del sistema. En inicios posteriores será omitida.

### **Pantalla del menú principal (número 3)**

Tras la pantalla de “Información inicial” o “Bienvenida”, según corresponda, se mostrará el menú principal. En ella se ofrecerán cuatro opciones: realizar la captura de una ruta, mostrar la lista de rutas almacenadas, mostrar el perfil del usuario o salir de la aplicación.

### **Pantalla de captura de ruta (número 4)**

Al seleccionar la opción de “Capturar Ruta” del menú principal se mostrará esta pantalla. Contendrá la siguiente información:

- **Estado de la señal GPS:** ofrecerá información sobre el estado de la señal GPS del dispositivo.
- **Duración de la ruta:** mostrará información acerca de la duración de la captura en el formato XX:YY:ZZ siendo XX las horas, YY los minutos y ZZ los segundos.
- **Marcadores:** se mostrarán cuatro opciones, correspondiendo cada una de ellas con la opción de añadir un marcador diferente (zona de tráfico, radar, punto de interés y parada).
- **Botón Play/Pause:** este botón iniciará, pausará y reanudará la captura de la ruta según corresponda.
- **Botón Stop:** el botón de stop detendrá la captura de la ruta dando la opción de descartarla o almacenarla en el sistema.

### **Pantalla finalizar ruta (número 5)**

Tras finalizar la captura de una ruta, se mostrará esta pantalla si se desea almacenar la misma en el sistema. En ella se mostrará un formulario en el que se deberá rellenar la información de la ruta: nombre, origen, destino, descripción y medios de transporte utilizados. También se mostrará la opción de añadir fotos a la ruta y de finalizar el almacenamiento de la misma. Las fotografías añadidas serán mostradas en miniatura en la parte de final de la pantalla.

### Pantalla perfil de usuario (número 6)

Pantalla que se mostrará al seleccionar la opción del menú de mostrar el perfil de usuario. En ella se incluirá el mapa con la ubicación del domicilio del usuario indicado durante el registro de datos del usuario (pantalla número 2) y se mostrarán las siguientes opciones: obtener indicaciones para volver al domicilio a pie, obtener indicaciones para volver al domicilio en un vehículo y editar el perfil.

### Pantalla editar perfil de usuario (número 7)

Esta pantalla contendrá un formulario que permitirá modificar el nombre de usuario y la ubicación de su domicilio. Se dará la opción de guardar los datos modificados o de volver a atrás sin hacerlo.

### Pantalla indicaciones domicilio (número 8)

En esta pantalla se mostrará un mapa con el recorrido de la ruta desde la ubicación del dispositivo hasta la dirección el domicilio indicado en el perfil de usuario. También se mostrará el listado de las indicaciones textuales para poder realizarlo.

### Pantalla lista de rutas (número 9)

Al seleccionar la opción del menú de mostrar lista de rutas almacenadas se mostrará todas las rutas almacenadas en el sistema. Por cada ruta almacenada deberá mostrarse la siguiente información:

- **Nombre:** nombre de la ruta introducido por el usuario en la pantalla de “Información final” (número 5).
- **Fotografía:** se mostrará la primera fotografía asociada a la ruta en la pantalla de “Información final” (número 5).
- **Descripción:** descripción introducida en la pantalla de “Información final” (número 5).
- **Duración:** tiempo en horas, minutos y segundos que ha durado la realización de la ruta.
- **Distancia recorrida:** distancia en kilómetros recorrida.
- **Fecha:** fecha en la que se inició la ruta.

Esta pantalla incluirá también un panel de opciones con las diferentes posibilidades de ordenación de la lista de rutas.

### Pantalla ver ruta (número 10)

En esta pantalla se muestra el mapa de la ruta realizada con los marcadores insertados durante su captura. Se ofrece la posibilidad de ampliar el mapa, ver la información completa, solicitar la ruta más corta, editar la información almacenada y eliminar la ruta.

### Pantalla ampliar mapa (número 11)

Esta pantalla mostrará a tamaño completo el mapa con el recorrido de la ruta y los marcadores añadidos durante la captura de la misma.

### Pantalla información ruta (número 11)

En esta pantalla se mostrará la información completa asociada a una ruta:

- **Nombre:** nombre de la ruta introducido por el usuario.
- **Origen:** nombre de la ubicación inicial de la ruta realizada.
- **Destino:** nombre de la ubicación final de la ruta realizada.
- **Duración:** tiempo en horas, minutos y segundos que ha durado la realización de la ruta.
- **Distancia recorrida:** distancia en kilómetros recorrida.
- **Velocidad media:** velocidad media calculada a partir de la duración y la distancia recorrida.
- **Fecha y hora:** fecha y hora en la que se inició la ruta.
- **Descripción:** descripción introducida por el usuario.
- **Medios de transporte:** información sobre los medios de transporte utilizados durante el recorrido de la ruta.
- **Fotografías:** listado de fotografías en miniatura asociadas a la ruta que podrán ser ampliadas.

### Pantalla obtener indicaciones (número 13)

En esta pantalla se mostrará un mapa con el recorrido de la ruta desde el origen al destino de la misma, pasando por todos los marcadores añadidos, de la forma más corta. También se mostrará el listado de las indicaciones textuales para poder realizar dicho recorrido.

### Pantalla de edición de la ruta (número 14)

Esta pantalla contendrá un formulario que permitirá modificar el nombre de la ruta, su origen y destino, la descripción y los medios de transporte utilizados.

## 5.2. DISEÑO DE DATOS

En apartado se detalla el de diseño de los datos para la correcta construcción del sistema de almacenamiento. Se incluye el modelo entidad/relación y el modelo relacional de datos.

### 5.2.1. MODELO ENTIDAD/RELACIÓN

El modelo entidad/relación tiene como objetivo representar y definir los datos que se van a utilizar en el sistema. Los elementos fundamentales que forman este modelo son los siguientes:

- **Entidad:** objeto, real o abstracto, sobre el que se desea almacenar información en la base de datos.
- **Relación:** asociación o correspondencia existente entre una o varias entidades. En el modelo del presente proyecto se ha identificado un único tipo de relación:
  - **Relación 1:N:** cada ocurrencia de una entidad puede estar relacionada con cero, una o varias ocurrencias de otra entidad.

De este modo se han identificado las siguientes entidades y relaciones en el sistema:

ENTIDAD	DESCRIPCIÓN
Usuario	Persona única que utiliza el sistema.
Rutas	Información de las rutas recogidas mediante la señal GPS del dispositivo.
Coordenadas	Coordenadas asociadas a las rutas.
Fotografías	Fotografías asociadas a las rutas.

Tabla 58. Entidades del modelo entidad/relación

RELACIÓN	TIPO DE RELACIÓN	DESCRIPCIÓN
Posee	(Rutas)1:N(Coordenadas)	Una ruta posee N coordenadas.
Tiene	(Rutas)1:N(Fotografías)	Una ruta tiene N fotografías.

Tabla 59. Relaciones del modelo entidad/relación

En la ilustración número 8 se muestra el modelo entidad/relación formado por las entidades y relaciones detalladas anteriormente en las dos tablas anteriores:

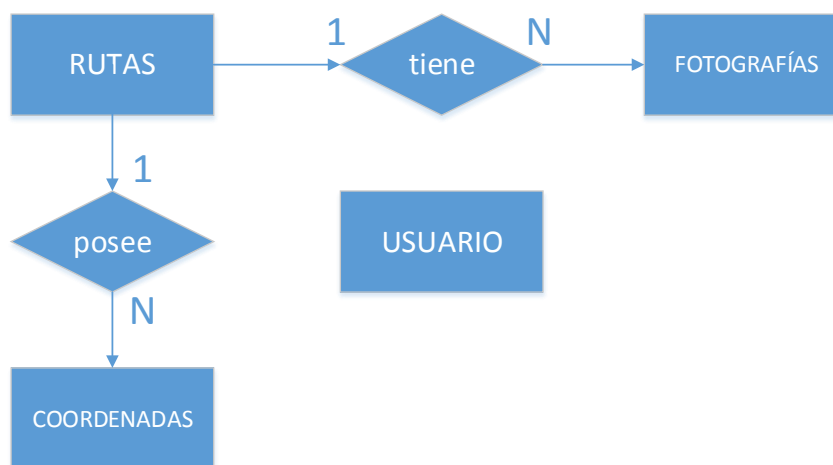


Ilustración 9. Modelo entidad/relación

### 5.2.2. MODELO RELACIONAL

Tras realizar el modelo entidad/relación se detallan las tablas que se necesitarán para modelar la información y los atributos que poseen cada una de ellas. En la Ilustración número 9 se muestra el diagrama de la base de datos del sistema. Consta de cuatro tablas: usuario, ruta, coordenada y fotografía.

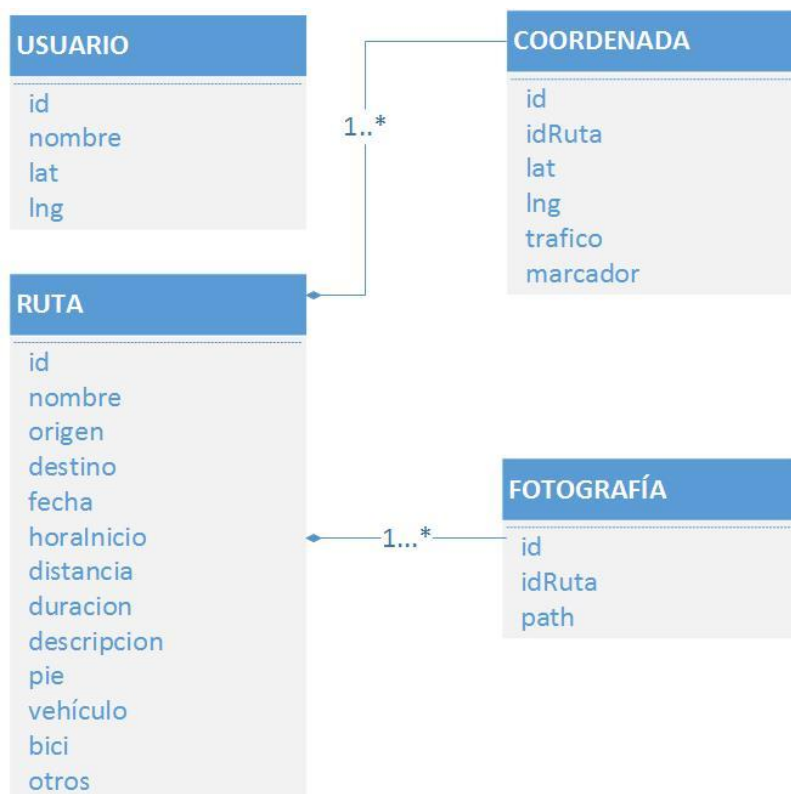


Ilustración 10. Modelo de datos

### Tabla usuario

La tabla “Usuario” contiene la información referente al perfil del usuario. En la siguiente tabla se describen los campos que posee:

CAMPO	DESCRIPCIÓN	TIPO DE DATOS
id	Identificador de usuario. Puesto que el sistema será utilizado por un solo usuario este identificador tendrá un único valor, el 1.	Primary Key, integer.
nombre	Almacena el nombre de usuario.	String.
lat	Latitud de la ubicación del domicilio del usuario.	Double.
lng	Longitud de la ubicación del domicilio del usuario.	Double.

Tabla 60. Campos tabla usuario

### Tabla ruta

La tabla “Ruta” almacena toda la información asociada a una ruta a excepción de las coordenadas del recorrido y las fotografías. A continuación se detallan cada uno de los campos que posee esta tabla:

CAMPO	DESCRIPCIÓN	TIPO DE DATOS
id	Identificador de la ruta.	Primary Key, integer, not null.
nombre	Nombre de la ruta.	String.
origen	Nombre del origen donde se ha iniciado la ruta.	String.
destino	Nombre del destino donde se ha finalizado la ruta.	String.
fecha	Fecha en la que se ha iniciado la ruta.	String.
horaInicio	Hora en la que se ha iniciado la ruta.	String.
distancia	Distancia en kilómetros recorrida durante la ruta.	Double.
descripcion	Breve explicación de la ruta realizada.	Double.
duracion	Duración de la ruta realizada.	String.
pie	Indica si se ha ido a pie durante el recorrido de la ruta. Posibles valores: on/off.	String.
vehiculo	Indica si se ha utilizado un vehículo a motor durante el recorrido de la ruta. Posibles valores: on/off.	String.
bici	Indica si se ha utilizado una bicicleta durante el recorrido de la ruta. Posibles valores: on/off.	String.
otros	Indica si se ha utilizado cualquier otro tipo de transporte durante el recorrido de la ruta. Posibles valores: on/off.	String.

Tabla 61. Campos tabla ruta

### Tabla coordenada

La tabla “Coordenada” almacena las coordenadas asociadas a las rutas almacenadas en el sistema. Tiene una relación del tipo “1 a n” con la tabla “Ruta”, por lo que la clave de dicha tabla se incluye como clave foránea en la tabla “Coordenada”. A continuación se describen los campos que posee esta tabla:

CAMPO	DESCRIPCIÓN	TIPO DE DATOS
id	Identificador de la coordenada.	Primary Key, integer, not null.
idRuta	Clave foránea de la tabla ruta.	Integer, not null.
lat	Valor de la latitud de la ubicación capturada.	Double.
lng	Valor de la longitud de la ubicación capturada.	Double.
trafico	Indica si es una coordenada señalada como marcador de tráfico. Posibles valores inicioT/finT.	String.
marcador	Indica si es una coordenada señalada como marcador. Posibles valores ninguno/parada/radar/punto.	String.

Tabla 62. Campos tabla coordenada

### Tabla fotografía

La tabla “Fotografía” almacena las fotografías asociadas a una determinada ruta. Al igual que la tabla anterior, posee una relación del tipo “1 a n” con la tabla “Ruta”, por lo que la clave de dicha tabla se incluye como clave foránea en la de “Fotografía”. A continuación se describen los campos que posee esta tabla:

CAMPO	DESCRIPCIÓN	TIPO DE DATOS
id	Identificador de la fotografía.	Primary Key, integer, not null.
idRuta	Clave foránea de la tabla ruta.	Integer, not null.
path	Valor de la ruta del sistema para acceder a la fotografía.	String.

Tabla 63. Campos tabla fotografía



### 5.3. DISEÑO DE LAS PRUEBAS

En esta sección se incluye el diseño de las pruebas del sistema que serán realizadas en la fase de evaluación del sistema. El objetivo de las mismas es asegurar que se han cumplido los requisitos establecidos durante la fase de análisis del proyecto. Se realizarán dos tipos de pruebas: pruebas del sistema y pruebas de aceptación. Se indica también el entorno de pruebas utilizado.

#### 5.3.1. ENTORNO DE PRUEBAS

El entorno elegido para la realización de las pruebas han sido diferentes dispositivos móviles con sistema operativo Android indicados en la sección 4.5 del presente documento.

Como se puede observar, cada uno de ellos posee características diferentes con el objetivo de poder corroborar que los requisitos del sistema se cumplen en diferentes dispositivos. A continuación se muestran las características de los mismos:

DISPOSITIVO	Star B94M
Sistema Operativo	Android 4.2.1 Jelly Bean.
Procesador	MTK 6589, Cortex A7 (Quad Core) / 1.2 GHz
RAM	1GB.
ROM	4GB.
Pantalla	Pantalla táctil capacitativa de 4,5 pulgadas.
Resolución	960x540 píxeles.
Colores de la pantalla	16000K.
Internet móvil	WAP/WIFI.
Cámara	Frontal 5.0MP y trasera 12MP con flash y enfoque automático.
Banda	2G (GSM 850/900/1800/1900 MHz) y 3G (WCDMA 2100 MHz).

Tabla 64. Dispositivo de prueba 1 - Star B94M

DISPOSITIVO	Orange Monte Carlo / ZTE Skate
Sistema Operativo	Android 2.3.5 Gingerbread
Procesador	800 MHz
RAM	512MB.
ROM	256MB.
Pantalla	Pantalla táctil capacitativa de 4,3 pulgadas.
Resolución	400x800 píxeles.
Colores de la pantalla	16M.
Internet móvil	WAP/WIFI.
Cámara	Trasera 5.0MP con flash LED y enfoque automático.
Banda	GSM 900/1800/1900 – HSDPA 900/2100

Tabla 65. Dispositivo de prueba 2 - Orange Monte Carlo / ZTE Skate

### 5.3.2. PRUEBAS DEL SISTEMA

Las pruebas del sistema tienen como objetivo comprobar el correcto funcionamiento del sistema y verificar que se cumplen las especificaciones indicadas en los requisitos de software funcionales. Serán realizadas por la gestora de pruebas del proyecto en los diferentes dispositivos indicados en el apartado anterior.

Las plantillas utilizadas para la especificación de las pruebas del sistema y la descripción de sus resultados son las detalladas en el Anexo A, sección 3 del presente documento

A continuación se especifican las pruebas del sistema que deberán ser realizadas:

IDENTIFICADOR	PRS-001: Datos del perfil de usuario
DESCRIPCIÓN	Solicitar, almacenar y mostrar los datos del perfil del usuario.
OBJETIVO	Comprobar que los datos de usuario solicitados en el primer inicio de la aplicación son almacenados y mostrados en el perfil del mismo.
REQUISITOS	RSF-007, RSF-008
RESULTADO ESPERADO	Los datos se solicitan y almacenan de forma correcta y son mostrados en el perfil de usuario.

Tabla 66. PRS-001

IDENTIFICADOR	PRS-002: Edición perfil usuario
DESCRIPCIÓN	Editar el nombre y la ubicación del domicilio almacenados en el perfil del usuario.
OBJETIVO	Comprobar que los datos del usuario son actualizados al introducir la nueva información.
REQUISITOS	RSF-007, RSF-008, RSF-009
RESULTADO ESPERADO	Los nuevos datos introducidos son almacenados en el sistema sustituyendo a los existentes y son mostrados en el perfil del usuario.

Tabla 67. PRS-002

IDENTIFICADOR	PRS-003: Obtener indicaciones domicilio
DESCRIPCIÓN	Solicitar las indicaciones necesarias para llegar a la dirección del domicilio almacenado en el sistema.
OBJETIVO	Comprobar que se obtienen las indicaciones necesarias para realizar el recorrido desde la ubicación actual del dispositivo hasta la dirección del domicilio almacenado en el sistema.
REQUISITOS	RSF-007, RSF-008, RSF-010
RESULTADO ESPERADO	Se muestra en un mapa la ruta solicitada y las indicaciones textuales para realizar el recorrido.

Tabla 68. PRS-003

IDENTIFICADOR	PRS-004: Captura de una ruta 5 minutos
DESCRIPCIÓN	Realizar la captura y almacenamiento de una ruta de 5 minutos de duración insertando un marcador de cada tipo y al menos una fotografía.
OBJETIVO	Comprobar que el sistema es capaz de realizar la captura y almacenamiento de una ruta y toda su información asociada de corta duración.
REQUISITOS	RSF-001, RSF-002, RSF-003, RSF-004
RESULTADO ESPERADO	El sistema realiza de forma correcta la captura de la ruta y el almacenamiento de la misma y toda su información asociada. La nueva ruta se muestra en la lista de rutas del sistema.

Tabla 69. PRS-004

IDENTIFICADOR	PRS-005: Captura de una ruta más de 30 minutos
DESCRIPCIÓN	Realizar la captura y almacenamiento de una ruta de más de 30 minutos de duración insertando un marcador de cada tipo y al menos una fotografía.
OBJETIVO	Comprobar que el sistema es capaz de realizar la captura y almacenamiento de una ruta y toda su información asociada de larga duración.
REQUISITOS	RSF-001, RSF-002, RSF-003, RSF-004
RESULTADO ESPERADO	El sistema realiza de forma correcta la captura de la ruta y el almacenamiento de la misma y toda su información asociada. La nueva ruta se muestra en la lista de rutas del sistema.

Tabla 70. PRS-005

IDENTIFICADOR	PRS-006: Parada y reanudación de una ruta
DESCRIPCIÓN	Pausar la captura de una ruta y reanudarla 5 minutos después en una ubicación diferente de la que fue pausada.
OBJETIVO	Comprobar que el sistema detiene la captura de una ruta cuando ésta es pausada y que la reanuda cuando lo solicita el usuario.
REQUISITOS	RSF-001, RSF-002, RSF-003, RSF-004, RSF-011
RESULTADO ESPERADO	La ruta se inicia, pausa, reanuda y almacena de manera correcta.

Tabla 71. PRS-006

IDENTIFICADOR	PRS-007: Visualización de una ruta
DESCRIPCIÓN	Seleccionar las dos rutas almacenadas en la realización de las pruebas PRS-004 y PRS-005 de la lista de rutas del sistema.
OBJETIVO	Comprobar que las rutas almacenadas se visualizan de manera correcta.
REQUISITOS	RSF-001, RSF-002, RSF-003, RSF-004, RSF-005, RSF-006
RESULTADO ESPERADO	Cada una de las rutas es correctamente visualizada: se muestra el mapa con el recorrido de la ruta dibujado y los marcadores insertados durante la captura así como toda su información adicional.

Tabla 72. PRS-007

IDENTIFICADOR	PRS-008: Editar una ruta
DESCRIPCIÓN	Seleccionar una ruta almacenada en el sistema y editar el nombre, el origen, el destino, la descripción y los medios de transporte utilizados.
OBJETIVO	Comprobar que la edición de una determinada ruta se realiza de manera correcta.
REQUISITOS	RSF-005, RSF-006, RSF-013
RESULTADO ESPERADO	La información de la ruta es actualizada.

Tabla 73. PRS-008

IDENTIFICADOR	PRS-009: Eliminar una ruta
DESCRIPCIÓN	Seleccionar una ruta almacenada en el sistema y eliminarla.
OBJETIVO	Comprobar que el sistema es capaz de eliminar una determinada ruta de las almacenadas.
REQUISITOS	RSF-005, RSF-006, RSF-014
RESULTADO ESPERADO	La ruta eliminada no aparece en la lista de rutas almacenadas.

Tabla 74. PRS-009

IDENTIFICADOR	PRS-010: Ordenar lista de rutas
DESCRIPCIÓN	Acceder a la lista de rutas almacenadas y ordenarlas según todos los criterios disponibles.
OBJETIVO	Comprobar que se ordena la lista de rutas almacenadas según cada uno de los criterios seleccionados.
REQUISITOS	RSF-005, RSF-012
RESULTADO ESPERADO	El sistema muestra las rutas almacenadas ordenadas según cada uno de los criterios seleccionados.

Tabla 75. PRS-010

IDENTIFICADOR	PRS-011: Ruta más corta
DESCRIPCIÓN	Seleccionar una de las rutas realizadas en las pruebas PRS-004 y PRS-005 y obtener las indicaciones para realizar la ruta más corta tanto a pie como en vehículo.
OBJETIVO	Comprobar que se obtienen las indicaciones necesarias para realizar el recorrido desde el origen de la ruta seleccionada hasta el destino de la misma, pasando por los marcadores insertados de la forma más corta tanto a pie como en vehículo.
REQUISITOS	RSF-005, RSF-006, RSF-015
RESULTADO ESPERADO	Se obtienen las indicaciones necesarias para realizar el recorrido de la ruta y se dibuja el mismo en un mapa.

Tabla 76. PRS-011

IDENTIFICADOR	PRS-012: <i>Background</i>
DESCRIPCIÓN	Iniciar la aplicación y comenzar la captura de una ruta. Ejecutar las siguientes acciones: abrir la cámara de fotos del dispositivo y realizar una fotografía, abrir el navegador de internet y acceder a una página cualquiera y realizar una llamada telefónica.
OBJETIVO	Comprobar que la aplicación funciona de manera correcta ejecutándose en segundo plano.
REQUISITOS	RSF-001, RSF-016
RESULTADO ESPERADO	Al realizar las acciones indicadas con el dispositivo, la captura de la ruta ha seguido realizándose de manera correcta en segundo plano.

Tabla 77. PRS-012

Como se puede observar en la matriz de trazabilidad las pruebas diseñadas verifican todos los requisitos de software especificados en el análisis del presente documento:

	PRS-001	PRS-002	PRS-003	PRS-004	PRS-005	PRS-006	PRS-007	PRS-008	PRS-009	PRS-010	PRS-011	PRS-012
RSF-001				X	X	X	X					X
RSF-002				X	X	X	X					
RSF-003				X	X	X	X					
RSF-004				X	X	X	X					
RSF-005							X	X	X	X	X	
RSF-006							X	X	X		X	
RSF-007	X	X	X									
RSF-008	X	X	X									
RSF-009		X										
RSF-010			X									
RSF-011						X						
RSF-012										X		
RSF-013								X				
RSF-014									X			
RSF-015											X	
RSF-016												X

Tabla 78. Matriz trazabilidad Requisitos de Software del sistema/Pruebas

### 5.3.3. PRUEBAS DE ACEPTACIÓN

Este tipo de pruebas tienen como objetivo medir el grado de aceptación de la aplicación por parte de los usuarios. Son realizadas por diferentes usuarios con diferentes niveles de conocimiento en el ámbito de la tecnología móvil con el objetivo de obtener unos resultados lo más completos posibles. Al igual que las pruebas anteriores, serán realizadas en los diferentes dispositivos indicados en el apartado 5.3.1 del presente documento.

Para la realización de estas pruebas se realizarán los siguientes pasos:

- Se explicará a los usuarios la finalidad de la aplicación desarrollada y se les mostrará el manual de usuario para que se familiaricen con la utilización del mismo. Dicho manual se puede consultar en el Anexo B del presente documento.
- Se entregará a los usuarios uno de los terminales especificados en el entorno de pruebas, elegido aleatoriamente, con la aplicación abierta mostrando la pantalla de inicio.
- Se solicitará a los usuarios que realicen un reconocimiento de la diferente funcionalidad ofrecida por la aplicación.
- Una vez finalizada la prueba se pedirá a los usuarios que describan los aspectos positivos y negativos que destacan del sistema, posibles mejoras, etc.

Como se ha especificado anteriormente, este tipo de pruebas tienen como objetivo medir el grado de aceptación de la aplicación por parte de los usuarios. Deberán ser realizadas por diferentes usuarios con diferentes niveles de conocimiento en el ámbito de la tecnología móvil puesto que cualquier usuario que posea un dispositivo móvil es un usuario potencial del sistema. Para establecer el nivel de conocimiento de un determinado usuario se utilizarán los siguientes criterios:

- **Conocimientos en el ámbito de rutas:** los usuarios poseen o no conocimientos relacionados con la captura y o gestión de rutas (uso de Google Maps, programas de navegación, etc.).
- **Conocimiento en el uso de dispositivos móviles:** los usuarios son capaces o no de utilizar las características avanzadas de los dispositivos móviles tales como configuración, gestión de aplicaciones, navegación por internet, etc.

La clasificación de los usuarios en base a dichos criterios será realizada a través la información recopilada mediante una entrevista personal en la que se valorarán sus niveles de conocimiento.

La plantilla utilizada para las pruebas de aceptación es la detallada en el Anexo A, sección 4 del presente documento.

## CAPÍTULO 6. IMPLEMENTACIÓN

En este capítulo se detallan las decisiones más relevantes que se han tomado durante la fase de implementación del sistema así como los problemas encontrados durante la misma.

El código fuente del sistema implementado puede consultarse a través del siguiente enlace: [https://www.dropbox.com/s/cp3hcewbk2ylwr3/Codigo\\_TFG\\_Ana\\_Hinojosa\\_Sanchez.rar](https://www.dropbox.com/s/cp3hcewbk2ylwr3/Codigo_TFG_Ana_Hinojosa_Sanchez.rar)

### 6.1. CAPTURA DE UNA RUTA

La funcionalidad principal del sistema es la captura del recorrido de las rutas realizadas por el usuario. Para ello es necesario obtener a cada instante la ubicación geográfica del dispositivo, formada por la latitud y la longitud. Esto se ha conseguido mediante el acceso a la característica nativa del dispositivo *Geolocation* (Geolocalización) utilizando la funcionalidad provista por el API de PhoneGap:

- ***geolocation.watchPosition***: cuando el usuario inicia la recogida de una ruta, se activa el observador de localización, que retorna la posición geográfica actual del dispositivo cada vez que se detecta un cambio en su ubicación. Si las coordenadas se obtienen con éxito se puede acceder a la longitud, latitud y otros parámetros a través del objeto "Position".
- ***geolocation.clearWatch***: cuando el usuario finaliza la recogida de una ruta, usando esta función se interrumpe el observador de localización iniciado con la anterior.

#### 6.1.1. PROBLEMAS ENCONTRADOS

A continuación se detallan los principales problemas encontrados durante la implementación de la parte de captura de rutas.

##### Primera coordenada errónea

Durante la implementación de esta parte del proyecto, se observó que la primera coordenada devuelta por el GPS no era correcta, es decir, el resultado obtenido no se correspondía con la ubicación geográfica real del dispositivo.

En la ilustración número 10 se muestra gráficamente un ejemplo de ello. En la pantalla de la izquierda se puede observar el mapa de una ruta realizada con un marcador en color verde indicando la ubicación real del dispositivo. En la pantalla de la derecha se muestra la ubicación errónea recogida por el GPS.

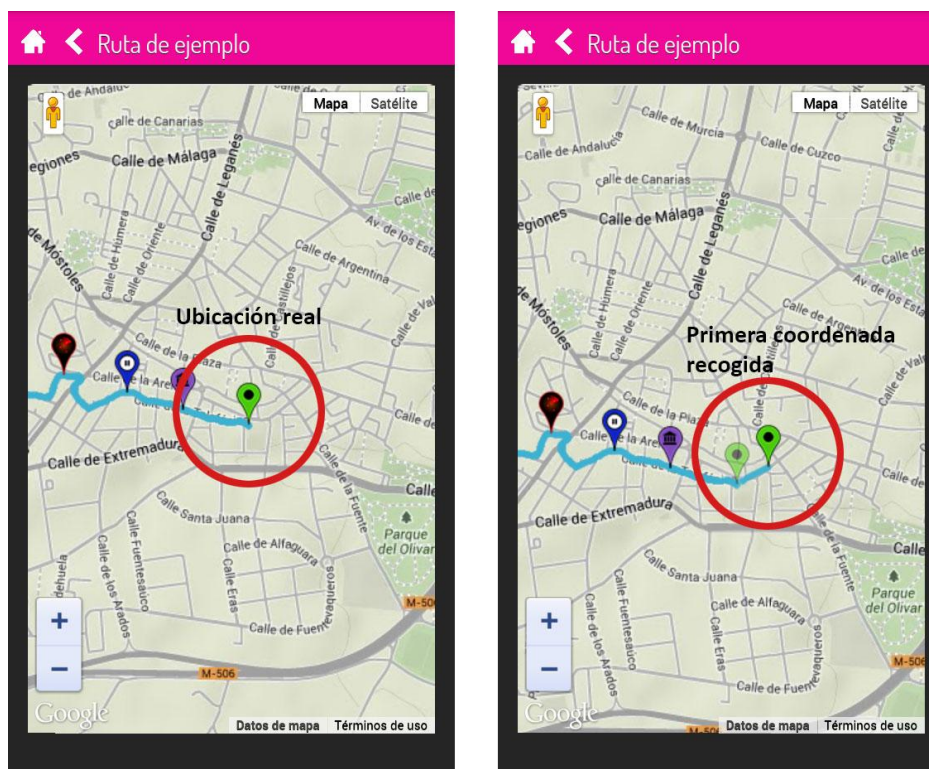


Ilustración 11. Primera coordenada errónea

Para comprobar la incidencia de este suceso, se recogieron diez tipos de rutas de muestra diferentes. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Ruta	Medio de transporte	Lugar de realización	Duración	Primera coordenada
1	Bicicleta	Ciudad	Corta	Errónea
2	Bicicleta	Ciudad y carretera	Corta	Errónea
3	Bicicleta	Carretera	Larga	Errónea
4	Bicicleta	Montaña	Larga	Errónea
5	A pie	Montaña	Corta	Errónea
6	A pie	Ciudad	Corta	Errónea
7	Coche	Ciudad y carretera	Larga	Errónea
8	Coche	Ciudad	Larga	Errónea
9	Coche	Carretera	Larga	Errónea
10	A pie	Ciudad	Corta	Errónea

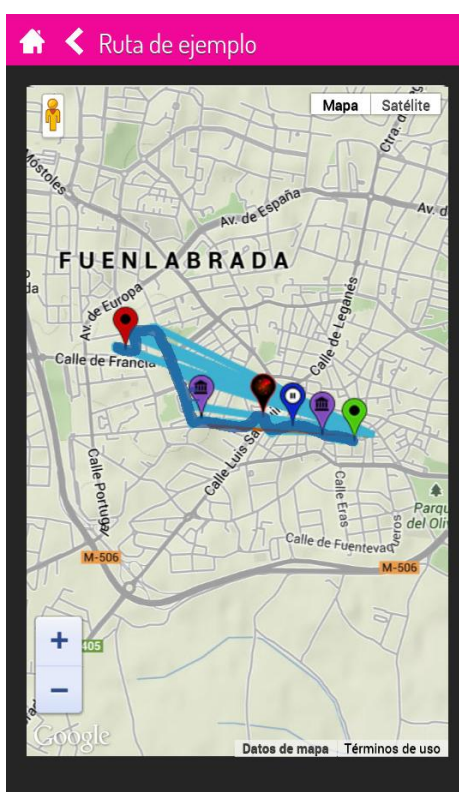
Tabla 79. Rutas de muestra primera coordenada

Como se puede observar, en todas las rutas recogidas la primera coordenada es errónea. Por esta razón, se decidió eliminar dicha coordenada de todas las rutas capturadas.



Se observó que el resultado de la solicitud de la ubicación geográfica del dispositivo mediante la señal GPS daba lugar a una posición errónea, es decir, una posición fuera del recorrido de la ruta realizada.

En la ilustración que se muestra a continuación, se puede observar la reconstrucción del recorrido de una ruta con coordenadas erróneas durante el mismo. En color azul oscuro se puede observar el recorrido real realizado y en color azul claro el recorrido dibujado con las coordenadas erróneas:



### Ilustración 12. Recorrido erróneo

Por esta razón ha sido necesario realizar un análisis del recorrido capturado antes de dibujarlo en el mapa con el objetivo de eliminar las coordenadas erróneas. Para ello, se ha determinado que una coordenada recogida es errónea y debe eliminarse si:

- La distancia existente con la coordenada anterior es superior a la distancia máxima recorrida a la máxima velocidad permitida en las carreteras Españolas (en el momento de la realización del proyecto, 120 km/h).

En la ilustración número 12 se muestra gráficamente la posición de una coordenada errónea:



Ilustración 13. Coordenada errónea durante el recorrido de una ruta

A continuación se muestran los cálculos realizados para hallar la distancia máxima entre la captura de dos coordenadas:

Como se muestra en la siguiente ecuación, la velocidad es igual al espacio partido por el tiempo. De donde se obtiene que la distancia es igual a la velocidad por el tiempo:

$$V = \frac{S}{t} \rightarrow S = V \times t$$

El tiempo que se tarda en recorrer esta distancia viene dado por el tiempo medio transcurrido entre la captura de dos coordenadas. Para obtener este valor se ha utilizado de nuevo la muestra de diez rutas recogidas detalladas en el apartado anterior con el objetivo de obtener un tiempo medio lo más ajustado a la realidad posible.

La tabla número 80 muestra los tiempos medios obtenidos en las diez rutas de muestra:

Ruta	Nº Coordenadas	Tiempo (segundos)	segundos / coordenada
1	492	495	1.20
2	509	586	1.15
3	694	922	1.32
4	613	798	1.3
5	309	372	1.2
6	477	558	1.16
7	1209	1601	1.32
8	1039	1443	1.38
9	881	1162	1.31
10	202	280	1.38
<b>Tiempo medio</b>			<b>1.27</b>

Tabla 80. Tiempo medio entre dos coordenadas

Como se puede observar la media de tiempo transcurrido entre la captura de dos coordenadas es de 1.27 segundos. Aplicando este valor y el de la velocidad máxima permitida en carreteras españolas (120 km/h  $\rightarrow$  33.3 m/s) en la ecuación anterior se obtiene el valor de la distancia máxima recorrida entre dos coordenadas:

$$S = V \times t = 33.33 \times 1.27 = 42.33 \text{ m}$$

Por tanto, cualquier coordenada que esté a una distancia mayor a 44.32 metros con respecto a la anterior recogida será incorrecta y deberá eliminarse del recorrido.

Por la experiencia obtenida durante la recogida de rutas de muestra, se ha observado que el GPS no devuelve dos ubicaciones geográficas erróneas de forma consecutiva. Por lo que si se detecta una coordenada errónea, la siguiente recogida será válida. En la ilustración número 13 se puede observar que tras la eliminación de la coordenada número 11, la número 12 es marcada como correcta:



Ilustración 14. Siguiendo coordenada válida

De este modo, eliminando las coordenadas erróneas de la forma indicada, se obtiene el recorrido correcto de la misma:

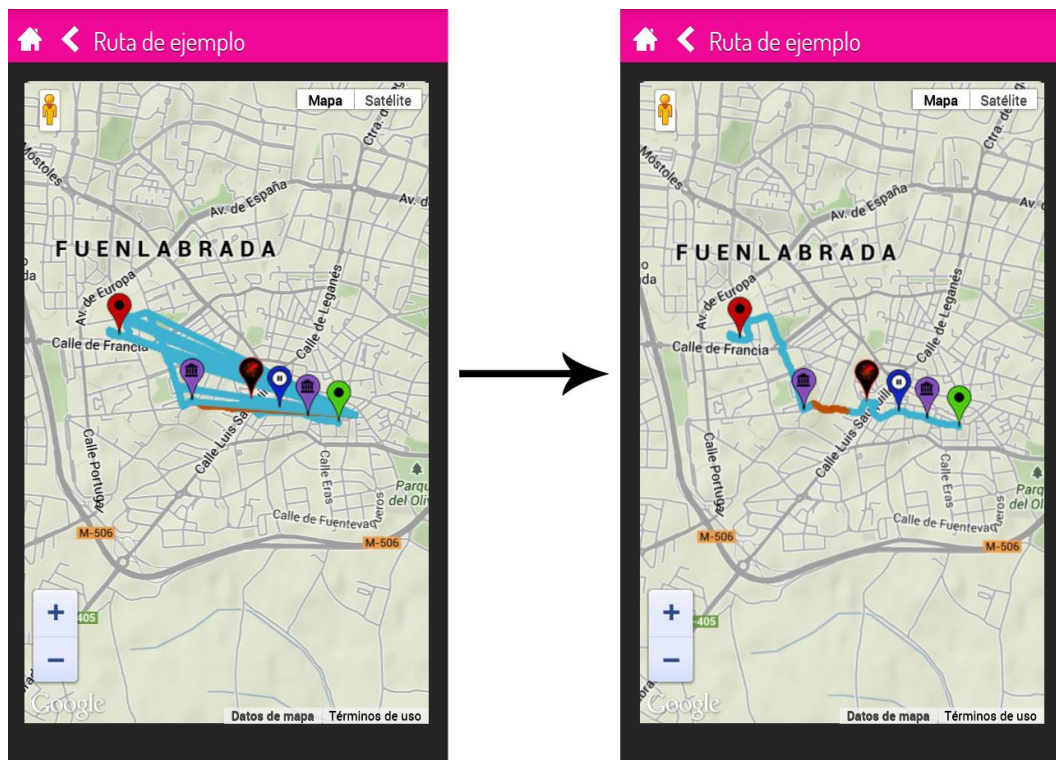


Ilustración 15. Ruta incorrecta vs. Ruta correcta

## 6.2. RECONSTRUCCIÓN Y DIBUJO DEL RECORRIDO DE UNA RUTA

Para realizar la reconstrucción del recorrido realizado en una ruta y visualizarlo en un mapa, se ha utilizado el API de Google Maps [45]. Este API provee numerosas funciones para la visualización de mapas, cálculo de rutas, etc.

La reconstrucción del recorrido consiste en unir todas las coordenadas capturadas con una línea en un mapa, de modo que la ruta quede dibujada desde la coordenada de origen hasta la coordenada de fin. También se deben incluir en dicho mapa los marcadores insertados durante la captura de la ruta.

A continuación se describen la funcionalidad que ha sido necesario implementar para reconstruir y dibujar el recorrido de una determinada ruta almacenada en el sistema en un mapa junto con los marcadores insertados.

### 6.2.1. CREACIÓN DE UN MAPA

El primer paso para reconstruir una ruta es definir el mapa sobre el que se dibujará el recorrido de la misma. Para ello es necesario crear un objeto de la clase “Map”, que será insertado en elemento HTML de la página creado para contener dicho mapa. Deben indicarse las opciones de configuración del mismo:

- **center:** mediante un objeto “google.maps.LatLng” debe indicarse la longitud y la latitud de la posición en la que se centrará la visualización del mapa creado.
- **zoom:** este parámetro indica la resolución inicial con la que se mostrará un mapa. Puede tomar valores desde cero, que se corresponde con un mapa de la Tierra totalmente alejado hasta el valor máximo establecido para una localización concreta.
- **mapTypeId:** mediante un objeto “google.maps.MapTypeId” se indica el tipo de mapa que se quiere utilizar como por “ROADMAP” (mosaicos normales en 2D), “SATELLITE” (imágenes de satélites) o “TERRAIN” (mosaicos en relieve físico).
- **Otros parámetros opcionales:** opcionalmente se pueden indicar otras propiedades en el mapa como por ejemplo la eliminación de controles de zoom, de *street view*, etc.

De este modo, un mapa y sus propiedades pueden quedar definidos de la siguiente forma:

```
var myLatLng = new google.maps.LatLng(40.801205,-5.219252);
var mapOptions = {
  zoom: 4,
  center: myLatLng,
  mapTypeId: google.maps.MapTypeId.ROADMAP
}
var map = new google.maps.Map(document.getElementById("map_canvas"), mapOptions);
```

### 6.2.2. INSERCIÓN DE MARCADORES

Los marcadores identifican ubicaciones en el mapa mediante un icono. Google Maps proporciona de manera predeterminada un icono estándar, pero se puede cambiar por uno personalizado. Las opciones de configuración más importantes que se deben definir al crear un marcador son la posición donde deben situarse y el mapa en el que deben insertarse. Adicionalmente puede indicarse un título, animación, icono, si es editable o no, etc. Un marcador puede insertarse de la siguiente manera:

```
var myLatLng = new google.maps.LatLng(40.801205,-5.219252);
var marker = new google.maps.Marker({
  position: myLatLng,
  map: map,
  title: "Calle Empedrada, 8"
});
```

### 6.2.3. DIBUJO DE LA RUTA MEDIANTE POLILÍNEAS

El dibujo del recorrido de una ruta se realiza mediante polilíneas. Las polilíneas son segmentos lineales conectados sobre un mapa. El objeto “Polyline” de Google Maps permite la creación de estos segmentos lineales que conectan una secuencia de ubicaciones en un mapa de forma ordenada. La secuencia de ubicaciones se especifica en un *array* de coordenadas en forma “google.maps.LatLng”.

También se puede especificar el color, los niveles de opacidad y el grosor que se aplicarán al trazo de la polilínea mediante los parámetros “strokeColor”, “strokeOpacity” y “strokeWeight” respectivamente.

Una polilínea quedaría definida del siguiente modo:

```
var flightPlanCoordinates = [
  new google.maps.LatLng(37.772323, -122.214897),
  new google.maps.LatLng(21.291982, -157.821856),
  new google.maps.LatLng(-18.142599, 178.431),
  new google.maps.LatLng(-27.46758, 153.027892)
];
var flightPath = new google.maps.Polyline({
  path: flightPlanCoordinates,
  strokeColor: "#FF0000",
  strokeOpacity: 1.0,
  strokeWeight: 2
});

flightPath.setMap(map);
```



### 6.3. CÁLCULO DE LA RUTA MÁS CORTA

Una vez realizada la captura y almacenamiento de una ruta, el sistema ofrece al usuario la opción de calcular la ruta más corta posible entre el origen y el destino marcando como hitos en el recorrido los marcadores insertados en el mapa y obtener las indicaciones textuales necesarias para poder realizarlo.

El acceso al servicio de rutas de Google Maps tiene lugar a través del objeto “DirectionsService” y se realiza de forma asíncrona ya que se debe realizar una llamada a un servidor externo. Por esta razón, se debe incluir un método de devolución de llamada para procesar los resultados de la solicitud del cálculo de ruta.

La propia solicitud se realiza mediante el objeto “DirectionsRequest”. A continuación se describen los principales campos que se deben definir:

- **origin** (obligatorio): especifica la ubicación de salida desde la que se calcularán las rutas. Este valor se puede especificar como *String* (por ejemplo, "Chicago, IL") o como un objeto "LatLng".
- **destination** (obligatorio): especifica la ubicación de llegada hasta la que se calcularán las rutas. Este valor se puede especificar como *String* (por ejemplo, "Chicago, IL") o como un objeto "LatLng".
- **travelMode** (obligatorio): especifica el medio de transporte que se utilizará para realizar el cálculo de las rutas.
  - **waypoints[]** (opcional): especifica un conjunto de hitos (objeto “DirectionsWaypoint”). Los hitos modifican una ruta al hacerla pasar por ubicaciones concretas.
- **optimizeWaypoints** (opcional): especifica si se quiere optimizar la ruta con los hitos proporcionados con el objetivo de obtener la ruta más corta posible.

Por tanto, la solicitud del cálculo de una ruta puede quedar definida de la siguiente manera:

```
var directionsDisplay;  
var directionsService = new google.maps.DirectionsService();  
var map;  
  
function initialize() {  
    directionsDisplay = new google.maps.DirectionsRenderer();  
    var chicago = new google.maps.LatLng(41.850033, -87.6500523);  
    var mapOptions = {  
        zoom:7,  
        mapTypeId: google.maps.MapTypeId.ROADMAP,  
        center: chicago  
    }  
    map = new google.maps.Map(document.getElementById("map_canvas"), mapOptions);  
    directionsDisplay.setMap(map);  
}  
  
function calcRoute() {
```

```
var start = new google.maps.LatLng(37.7699298, -122.4469157);
var end = new google.maps.LatLng(37.7683909618184, -122.51089453697205);
var request = {
  origin:start,
  destination:end,
  travelMode: google.maps.TravelMode.DRIVING
};
directionsService.route(request, function(result, status) {
  if (status == google.maps.DirectionsStatus.OK) {
    directionsDisplay.setDirections(result);
  }
});
}
```

Como se puede observar el código tiene tres partes diferenciadas:

- **Declaración de las variables:** se deben declarar los objetos necesarios para iniciar el servicio de rutas, realizar la solicitud y gestionar el resultado obtenido.
- **Definición del mapa:** se establece el mapa en el que se dibujará la ruta solicitada.
- **Solicitud y gestión de la ruta:** se realiza la solicitud de la ruta indicando las coordenadas de origen y destino y el tipo de transporte utilizado y se captura el resultado para su gestión.

### 6.3.1. PROBLEMAS ENCONTRADOS

El principal problema encontrado en la implementación del cálculo de la ruta más corta es la limitación impuesta por Google Maps en el uso del servicio de cálculo de rutas. En su versión gratuita sólo ofrece la posibilidad de calcular la ruta más corta entre dos ubicaciones con ocho hitos en su recorrido, mientras que los usuarios de *API Google Maps for Business* pueden usar hasta 23.

Para adaptar el sistema a esta limitación, se ha tenido que modificar la funcionalidad del mismo, de modo que el usuario sólo podrá calcular la ruta más corta estableciendo únicamente ocho hitos. Dichos hitos se corresponderán con los ocho primeros marcadores insertados por el usuario durante la captura de la ruta.

Como se indica en el capítulo de “Trabajos Futuros” del presente documento, se prevé que esta funcionalidad sea ampliada y mejorada.



## CAPÍTULO 7. IMPLANTACIÓN

En este capítulo se detallan los pasos a seguir para realizar la implantación del proyecto desarrollado y los requisitos mínimos que debe poseer el sistema en el que se realiza dicha implantación.

### 7.1. REQUISITOS MÍNIMOS DEL SISTEMA

A continuación se describen los requisitos mínimos que debe poseer el dispositivo móvil en el que se realice la implantación del proyecto desarrollado:

- Sistema operativo Android 2.3 o superior (hasta 4.3).
- El dispositivo debe poseer un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) integrado.
- Espacio de memoria mínimo 4.20MB.
- Conexión a internet.

## **7.2. INSTALACIÓN**

La instalación de una aplicación Android puede realizarse de dos formas diferentes: a través del mercado de aplicaciones Google Play o desde la tarjeta SD.

### **7.2.1. DESDE GOOGLE PLAY**

Si la aplicación desarrollada está disponible en el mercado de aplicaciones de Android, Google Play se puede buscar a través de su identificador. Una vez encontrada se deberá seleccionar la opción “Instalar” y luego “Aceptar y descargar”. Con esta última acción se aceptan los permisos necesarios establecidos para el correcto funcionamiento del sistema.

### **7.2.2. DESDE LA TARJETA SD**

En caso de disponer del fichero APK de la aplicación se puede realizar la instalación de forma manual. Para ello es necesario habilitar la opción de instalar aplicaciones desde orígenes desconocidos en el dispositivo. Para ello acudir a "Ajustes > Seguridad" y habilitar la opción de "Orígenes desconocidos". Tras haber configurado este parámetro, se debe acceder al fichero APK de la aplicación almacenado en la tarjeta SD, pulsar sobre él e instalarla.

## CAPÍTULO 8. EVALUACIÓN

En esta sección se detallan los resultados obtenidos tras la realización de las pruebas definidas durante la fase de diseño proyecto y un análisis de los mismos.

### 8.1. PRUEBAS DEL SISTEMA

Las pruebas del sistema tienen como objetivo comprobar el correcto funcionamiento del sistema y verificar que se cumplen las especificaciones indicadas en los requisitos de software funcionales. Han sido realizadas por la gestora de pruebas del proyecto en los diferentes dispositivos indicados en el entorno de pruebas.

La plantilla que se va a utilizar para mostrar los resultados obtenidos tras la realización de dichas pruebas es la incluida en el anexo A, sección 5 del presente documento.

#### 8.1.1. RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se muestran los resultados obtenidos tras la realización de las pruebas del sistema.

IDENTIFICADOR	PRS-001: Datos del perfil de usuario	
DESCRIPCIÓN	Solicitar, almacenar y mostrar los datos del perfil del usuario.	
RESULTADO	Star B94M	Orange Monte Carlo/ZTE Skate
	✓	✓

Tabla 81. PRS-001

IDENTIFICADOR	PRS-002: Edición perfil usuario	
DESCRIPCIÓN	Editar el nombre y la ubicación del domicilio almacenados en el perfil del usuario.	
RESULTADO	Star B94M	Orange Monte Carlo/ZTE Skate
	✓	✓

Tabla 82. PRS-002

IDENTIFICADOR	PRS-003: Obtener indicaciones domicilio	
DESCRIPCIÓN	Solicitar las indicaciones necesarias para llegar a la dirección del domicilio almacenado en el sistema.	
RESULTADO	Star B94M	Orange Monte Carlo/ZTE Skate
	✓	✓

Tabla 83. PRS-003

IDENTIFICADOR	PRS-004: Captura de una ruta 5 minutos	
DESCRIPCIÓN	Realizar la captura y almacenamiento de una ruta de 5 minutos de duración insertando un marcador de cada tipo y al menos una fotografía.	
RESULTADO	Star B94M	Orange Monte Carlo/ZTE Skate
	✓	✓

Tabla 84. PRS-004

IDENTIFICADOR	PRS-005: Captura de una ruta más de 30 minutos	
DESCRIPCIÓN	Realizar la captura y almacenamiento de una ruta de más de 30 minutos de duración insertando un marcador de cada tipo y al menos una fotografía.	
RESULTADO	Star B94M	Orange Monte Carlo/ZTE Skate
	✓	✓

Tabla 85. PRS-005

IDENTIFICADOR	PRS-006: Parada y reanudación de una ruta	
DESCRIPCIÓN	Pausar la captura de una ruta y reanudarla 5 minutos después en una ubicación diferente de la que fue pausada.	
RESULTADO	Star B94M	Orange Monte Carlo/ZTE Skate
	✓	✓

Tabla 86. PRS-006

IDENTIFICADOR	PRS-007: Visualización de una ruta	
DESCRIPCIÓN	Seleccionar las dos rutas almacenadas en la realización de las pruebas PRS-004 y PRS-005 de la lista de rutas del sistema.	
RESULTADO	Star B94M	Orange Monte Carlo/ZTE Skate
	✓	✓

Tabla 87. PRS-007

IDENTIFICADOR	PRS-008: Editar una ruta	
DESCRIPCIÓN	Seleccionar una ruta almacenada en el sistema y editar el nombre, el origen, el destino, la descripción, los medios de transporte utilizados y las fotografías asociadas.	
RESULTADO	Star B94M	Orange Monte Carlo/ZTE Skate
	✓	✓

Tabla 88. PRS-008

IDENTIFICADOR	PRS-009: Eliminar una ruta	
DESCRIPCIÓN	Seleccionar una ruta almacenada en el sistema y eliminarla.	
RESULTADO	Star B94M	Orange Monte Carlo/ZTE Skate
	✓	✓

Tabla 89. PRS-009

IDENTIFICADOR	PRS-010: Ordenar lista de rutas	
DESCRIPCIÓN	Acceder a la lista de rutas almacenadas y ordenarlas según todos los criterios disponibles.	
RESULTADO	Star B94M	Orange Monte Carlo/ZTE Skate
	✓	✓

Tabla 90. PRS-010

IDENTIFICADOR	PRS-011: Ruta más corta	
DESCRIPCIÓN	Seleccionar una de las rutas realizadas en las pruebas PRS-004 y PRS-005 y obtener las indicaciones para realizar la ruta más corta.	
RESULTADO	Star B94M	Orange Monte Carlo/ZTE Skate
	✓	✓

Tabla 91. PRS-011

IDENTIFICADOR	PRS-012: <i>Background</i>	
DESCRIPCIÓN	Iniciar la aplicación y comenzar la captura de una ruta. Abrir la cámara de fotos del dispositivo y realizar una fotografía. Abrir un navegador de internet y acceder a una página cualquier y realizar una llamada.	
RESULTADO	Star B94M	Orange Monte Carlo/ZTE Skate
	✓	✓

Tabla 92. PRS-012

### 8.1.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Como se puede observar en el apartado anterior, todas las pruebas del sistema realizadas han resultado satisfactorias en los dos dispositivos utilizados. Por esta razón, se puede decir que se han cumplido los objetivos y requisitos especificados para el proyecto. No obstante, cabe destacar las diferencias de rendimiento obtenidas en cada uno de los dispositivos.

Se ha observado que el rendimiento general del sistema es mayor en el *smartphone* Star B94M que en el Orange Monte Carlo / ZTE Skate. Esto puede ser debido a que las prestaciones del primero son superiores a las del segundo:

	Star B94M	Orange Monte Carlo/ZTE Skate
Sistema Operativo	Android 4.2.1 Jelly Bean.	Android 2.3.5 Gingerbread
Procesador	MTK 6589, Cortex A7 (Quad Core) / 1.2 GHz	800 MHz
RAM	1GB.	512MB.
ROM	4GB.	256MB.

Tabla 93. Comparación prestaciones dispositivos de prueba

Por tanto, aunque el sistema sea compatible desde la versión 2.3 de Android, sistema operativo del Orange Monte Carlo / ZTE Skate, se puede decir que es aconsejable que el dispositivo ofrezca unas características similares a las ofrecidas por el Star B94M para obtener un rendimiento óptimo.

## 8.2. PRUEBAS DE ACEPTACIÓN

Como se ha especificado en el diseño de las pruebas, las pruebas de aceptación tienen como objetivo medir el grado de aceptación de la aplicación por parte de los usuarios.

Dichos usuarios han sido seleccionados tras realizar una entrevista personal que ha permitido conocer el nivel de conocimiento de cada uno de ellos. De este modo han sido elegidos nueve usuarios con diferentes niveles de conocimiento en el ámbito de cada uno de los parámetros establecidos.

En la tabla que se muestra a continuación se detallan los usuarios elegidos en base a dichos parámetros:

NOMBRE	Conocimientos en el ámbito de rutas			Conocimientos en el uso de dispositivos móviles		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Benito de Pedro, Ana		x				x
Cuadrado Sanguino, Manuel		x			x	
El Youssef Alarcón, Tarek	x				x	
Hinojosa Alonso, Víctor		x		x		
Hinojosa Pérez, David	x					x
Pino Pérez, Alberto	x			x		
Sánchez Marfil, Silvia			x		x	
Serna Encinar, M. Asunción			x			x
Zamora Castillo, Jessica			x	x		

Tabla 94. Usuarios pruebas de satisfacción

### 8.2.1. RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se detallan los resultados obtenidos de la realización de las pruebas de satisfacción de usuario. El dispositivo de prueba utilizado por cada uno de ellos ha sido asignado de forma aleatoria.

IDENTIFICADOR	PRA-001	
DISPOSITIVO	Star B94M	
USUARIO	Nombre	Nivel de conocimiento
	Ana Benito de Pedro	Medio - Bajo
CRÍTICA	Nunca había usado un móvil con Android, siempre he tenido iPhone, así que me ha resultado un poco difícil poner el GPS. Después de eso la aplicación me ha resultado muy intuitiva y la he utilizado sin problemas. Tiene un aspecto bonito y sencillo. Me parece muy útil para cuando te vas de viaje, haces una ruta por una ciudad y quieres almacenar los sitios en los que has estado y las fotos que has ido haciendo. Podría estar disponible para iPhone.	

Tabla 95. PRA-001

IDENTIFICADOR	PRA-002	
DISPOSITIVO	ZTE Skate / Orange Monte Carlo	
USUARIO	Nombre	Nivel de conocimiento
	Manuel Cuadrado Sanguino	Medio - Medio
CRÍTICA	Conozco otras aplicaciones de captura de rutas y tiene características bastante interesantes con respecto a las otras. Lo que más ha gustado es la inserción de marcadores durante la captura de la ruta. El proceso es muy sencillo y rápido (aunque no sea aconsejable usarlo mientras conduces, puedes poner un marcador con un simple <i>click</i> ). La única pega que le pongo es que la aplicación funciona muy lenta.	

Tabla 96. PRA-002

IDENTIFICADOR	PRA-003	
DISPOSITIVO	Star B94M	
USUARIO	Nombre	Nivel de conocimiento
	Tarek El Youssef Alarcón	Medio - Alto
CRÍTICA	Suelo usar muy a menudo aplicaciones de rutas, especialmente las específicas para actividades deportivas. En este aspecto, esta aplicación es inferior a ellas. Aunque ofrece la posibilidad de usarla en cualquier otro tipo de rutas, lo que me parece muy interesante. Funciona bastante bien, salvo en la carga de mapas que a veces resulta un poco lenta.	

Tabla 97. PRA-003

IDENTIFICADOR	PRA-004	
DISPOSITIVO	ZTE Skate / Orange Monte Carlo	
USUARIO	Nombre	Nivel de conocimiento
	Víctor Hinojosa Alonso	Medio - Alto
CRÍTICA	Está bien la aplicación. Para rutas de bicicleta y otros deportes hay otras más completas pero esta te da la opción de usarla para otros tipos de rutas. Funciona un poco lenta. El diseño me parece bien, es bonito.	

Tabla 98. PRA-004

IDENTIFICADOR	PRA-005	
DISPOSITIVO	Star B94M	
USUARIO	Nombre	Nivel de conocimiento
	David Hinojosa Pérez	Alto - Bajo
CRÍTICA	La aplicación me parece muy útil, sobre todo para guardar rutas de reparto y así saber todo sobre ellas. Me ha costado un poco aprender a usarla pero con la lectura del manual he conseguido utilizarla sin demasiados problemas. Lo que más difícil me ha resultado ha sido activar el GPS a mano, la aplicación podría hacerlo sola. Y lo que más me ha gustado es que calcule la ruta más corta entre los puntos que marcas en el mapa además de poder añadir anotaciones personales.	

Tabla 99. PRA-005

IDENTIFICADOR	PRA-006	
DISPOSITIVO	ZTE Skate / Orange Monte Carlo	
USUARIO	Nombre	Nivel de conocimiento
	Alberto Pino Pérez	Alto - Alto
CRÍTICA	Como aspecto negativo destaco el rendimiento ya que tiene un funcionamiento bastante lento. Como aspectos positivos, la opción de personalizar las rutas añadiendo marcadores, fotografías, anotaciones, etc. Además me parece bastante fácil de utilizar.	

Tabla 100. PRA-006

IDENTIFICADOR	PRA-007	
DISPOSITIVO	Star B94M	
USUARIO	Nombre	Nivel de conocimiento
	Silvia Sánchez Marfil	Bajo - Medio
CRÍTICA	Yo personalmente no usaría esta aplicación ya que no realizo muchas rutas, pero me parece bastante útil para la gente que si lo haga. Es fácil de utilizar y si no entiendes algo el manual es muy completo. Hay veces que funciona un poco lento. Tiene un aspecto bonito.	

Tabla 101. PRA-007

IDENTIFICADOR	PRA-008	
DISPOSITIVO	Star B94M	
USUARIO	Nombre	Nivel de conocimiento
	M. Asunción Serna Encinar	Bajo - Bajo
CRÍTICA	Lo que más me ha gustado de la aplicación ha sido la posibilidad de añadir fotos, así puedes ver los diferentes sitios dónde has estado durante una ruta. Como aspecto negativo destaco que no se active el GPS automáticamente cuando quieres capturar una ruta ya que, en mi caso, he tenido que recurrir al manual de usuario para activarlo.	

Tabla 102. PRA-008

IDENTIFICADOR	PRA-009	
DISPOSITIVO	ZTE Skate / Orange Monte Carlo	
USUARIO	Nombre	Nivel de conocimiento
	Jessica Zamora Castillo	Bajo - Alto
CRÍTICA	La aplicación tiene un rendimiento lento, sobre todo a la hora de cargar la ruta en el mapa. El diseño de la interfaz es vistoso e intuitivo y no me ha resultado difícil de usar. Me hubiera gustado que se pudiera compartir la ruta en las redes sociales.	

Tabla 103. PRA-009

## 8.2.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

El objetivo de las pruebas del sistema es analizar la aceptación del sistema por parte de los usuarios. Tras la realización de las mismas se pueden destacar los siguientes aspectos:



Aspectos positivos:

- **Utilidad:** algunos de los usuarios destacan la utilidad de la aplicación principalmente para la realización de rutas orientadas a servicios de transporte y turísticas.
- **Funcionalidad:** las funcionalidades ofrecidas por el sistema más destacadas por los usuarios son el cálculo de la ruta más corta, la inserción de marcadores durante la captura de una ruta y la posibilidad de añadir fotografías.
- **Facilidad de uso:** la mayoría de los usuarios no han tenido problemas para el uso de la aplicación tras leer el manual de usuario.

Aspectos negativos:

- **Rendimiento:** muchos de los usuarios que han realizado la prueba en el Orange Monte Carlo / ZTE Skate señalan que el sistema tiene un funcionamiento lento.
- **Uso para actividades deportivas:** los usuarios señalan que, para actividades deportivas, la aplicación no aporta tanta información como otras existentes en el mercado.
- **Activación de la señal GPS:** algunos usuarios han indicado que han tenido dificultades para activar la señal GPS del dispositivo.

Mejoras sugeridas por los usuarios:

- Sincronización con las redes sociales para la compartición de rutas.
- Despliegue en otras plataformas móviles.

## CAPITULO 9. GESTIÓN DEL PROYECTO

En este capítulo se detallan los aspectos referentes a la gestión del proyecto. Se incluye la planificación y el presupuesto realizado antes del comienzo de su desarrollo, el presupuesto para un posible cliente y los resultados reales obtenidos tras la finalización del mismo. Finalmente se realiza un análisis de la diferencia entre lo planificado inicialmente y los resultados reales obtenidos.

### 9.1. PLANIFICACIÓN

En este apartado detalla la planificación del proyecto. Se trata de una estimación de la duración de cada una de las fases de las que se compone el mismo:

- **Estado del arte:** fase en la que se realiza una comparativa de otras aplicaciones del mercado de recogida de rutas mediante GPS con el presente proyecto.
- **Planificación inicial:** en esta fase se identifican los objetivos del proyecto, se define una estimación de la duración y costes del desarrollo del mismo y se establece la tecnología a utilizar.
- **Análisis:** en esta fase se realiza una descripción detallada del sistema a desarrollar, el entorno de desarrollo y el entorno tecnológico del mismo. También se lleva a cabo la extracción y refinamiento de los requisitos del sistema y casos de uso.
- **Diseño:** en esta se detalla el diseño de interfaces, navegación de la aplicación, el modelo de datos a utilizar y el diseño de las pruebas.
- **Implementación:** esta fase se realiza la codificación del sistema definido en las fases anteriores.
- **Implantación y evaluación:** fase en la que se realizan la implantación y las pruebas de sistema desarrollado para verificar que cumple de manera correcta con todos los objetivos y requisitos especificados en las fases anteriores.
- **Documentación:** en esta fase se enmarcan las tareas de redacción asociada al proyecto.

#### 9.1.1. PLANIFICACIÓN INICIAL

En esta sección se detalla la planificación inicial elaborada para el desarrollo del proyecto. En ella se establece la estimación de la duración para cada una de las fases descritas en el apartado anterior.

Para la elaboración de la planificación se han establecido jornadas laborales de cinco horas diarias de lunes a viernes. El motivo de la elección de esta duración de la jornada laboral es la necesidad de compaginar el desarrollo del proyecto con otros estudios y trabajo. El inicio del mismo se planificó para el día 3 de febrero de 2014.

A continuación se muestra el calendario previsto para cada una de las fases (tabla 104) y el diagrama de Gantt con la planificación inicial realizada (ilustración 15):

TAREA	DURACIÓN	INICIO	FIN
<b>TRABAJO DE FIN DE GRADO</b>	<b>80 días</b>	<b>03/02/2014</b>	<b>23/05/2014</b>
<b>ESTADO DEL ARTE</b>	<b>6 días</b>	<b>03/02/2014</b>	<b>10/02/2014</b>
<b>PLANIFICACIÓN INICIAL</b>	<b>7 días</b>	<b>11/02/2014</b>	<b>19/02/2014</b>
Objetivos	1 días	11/02/2014	11/02/2014
Estimación de duración y costes	1 días	12/02/2014	12/02/2014
Tecnologías aplicadas	5 días	13/02/2014	19/02/2014
<b>ANÁLISIS</b>	<b>10 días</b>	<b>20/02/2014</b>	<b>05/03/2014</b>
Requisitos de usuario	3 días	20/02/2014	24/02/2014
Casos de uso	2 días	25/02/2014	26/02/2014
Requisitos de software	5 días	27/02/2014	05/03/2014
<b>DISEÑO</b>	<b>5 días</b>	<b>06/03/2014</b>	<b>12/03/2014</b>
Interfaces	2 días	06/03/2014	07/03/2014
Datos	1 días	10/03/2014	10/03/2014
Pruebas	2 días	11/03/2014	12/03/2014
<b>IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>30 días</b>	<b>13/03/2014</b>	<b>23/04/2014</b>
<b>IMPLANTACIÓN Y EVALUACIÓN</b>	<b>2 días</b>	<b>24/04/2014</b>	<b>25/04/2014</b>
<b>DOCUMENTACIÓN</b>	<b>20 días</b>	<b>28/04/2014</b>	<b>23/05/2014</b>

Tabla 104. Calendario planificación inicial

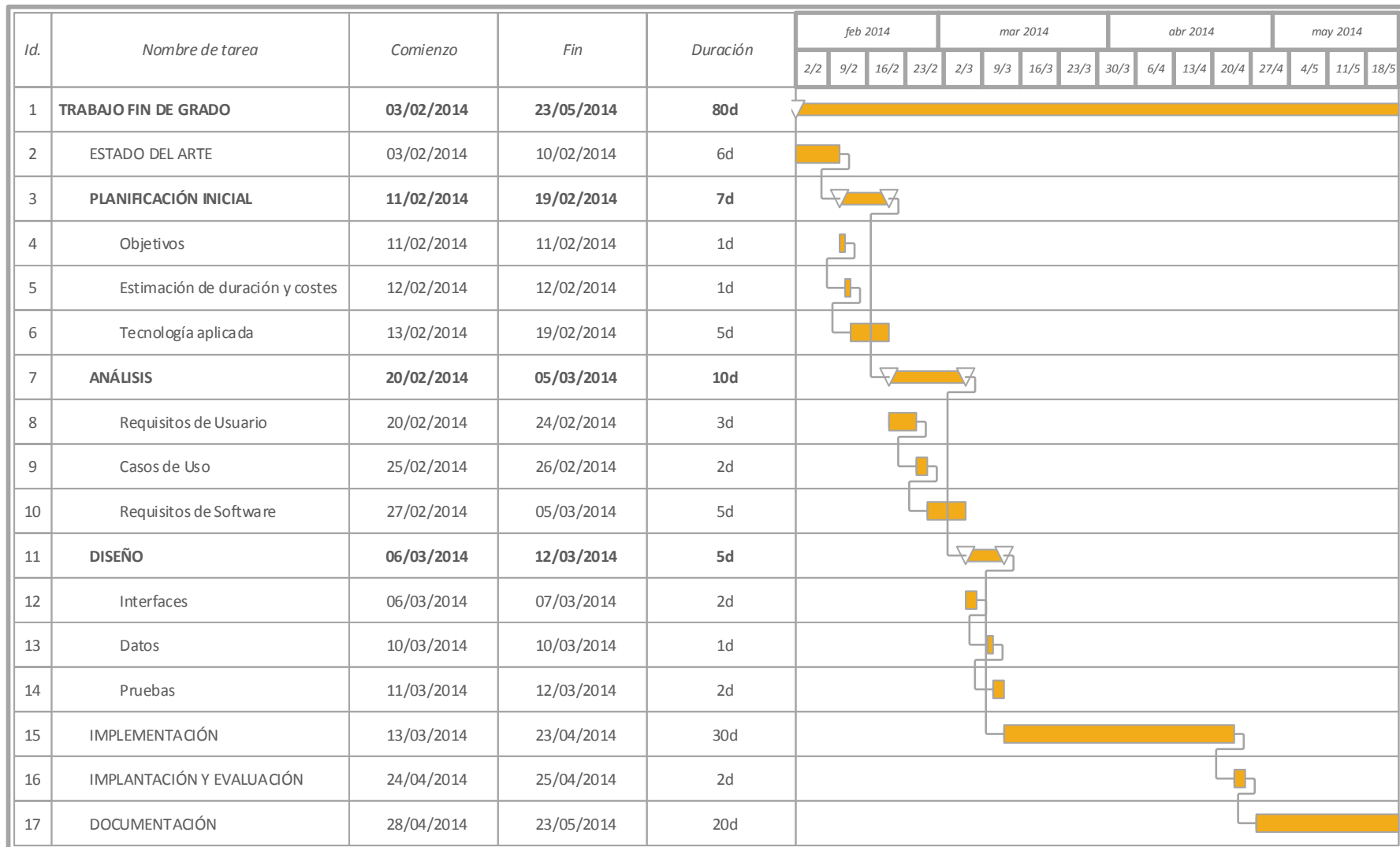


Ilustración 16. Diagrama de Gantt planificación

### 9.1.2. DESARROLLO REAL DEL PROYECTO

En esta sección se detalla el desarrollo real del proyecto, es decir, la duración real que se ha empleado en la realización de cada una de las tareas de las que se compone el mismo.

En la tabla 105 se muestra el desarrollo real del proyecto y la ilustración 16 muestra el diagrama de Gantt de dicho desarrollo:

TAREA	DURACIÓN	INICIO	FIN
TRABAJO DE FIN DE GRADO	94 días	03/02/2014	12/05/2014
ESTADO DEL ARTE	3 días	03/02/2014	05/02/2014
PLANIFICACIÓN INICIAL	9 días	06/02/2014	18/02/2014
Objetivos	1 día	06/02/2014	06/02/2014
Estimación de duración y costes	1 día	07/02/2014	07/02/2014
Tecnologías aplicadas	7 días	10/02/2014	18/02/2014
ANÁLISIS	10 días	19/02/2014	04/03/2014
Requisitos de usuario	5 días	19/02/2014	25/02/2014
Casos de uso	3 días	26/02/2014	28/02/2014
Requisitos de software	2 días	03/03/2014	04/03/2014
DISEÑO	6 días	05/03/2014	12/03/2014
Interfaces	2 días	05/03/2014	06/03/2014
Datos	1 días	07/03/2014	07/03/2014
Pruebas	3 días	10/03/2014	12/03/2014
IMPLEMENTACIÓN	38 días	13/03/2014	05/05/2014
IMPLANTACIÓN Y EVALUACIÓN	3 días	06/05/2014	08/05/2014
DOCUMENTACIÓN	25 días	09/05/2014	12/06/2014

Tabla 105. Calendario desarrollo real del proyecto

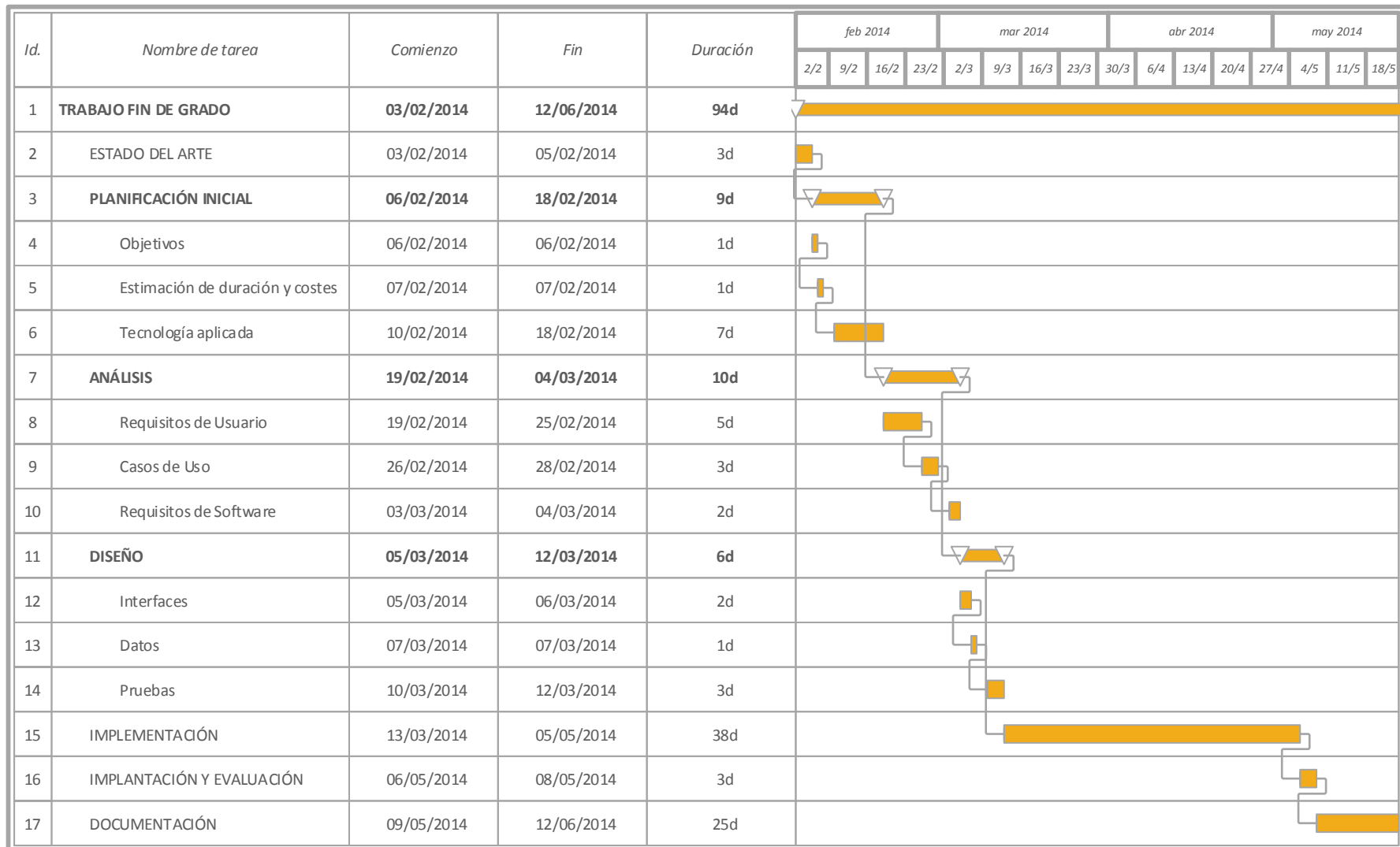


Ilustración 17. Diagrama de Gantt desarrollo real

## 9.2. PRESUPUESTO

En esta sección se detalla el análisis económico del proyecto. En ella se incluyen el cálculo del presupuesto inicial realizado y el coste real del mismo. También se incluye el presupuesto realizado para un posible cliente.

Los cálculos de los presupuestos se han realizado teniendo en cuenta los costes directos e indirectos y se ha utilizado como base la plantilla para el cálculo de presupuestos proporcionada por la Universidad Carlos III de Madrid.

Los costes directos son aquellos relacionados directamente con el desarrollo del proyecto: mano de obra, equipos y herramientas software utilizados.

Los costes indirectos son en los que se incurre para el desarrollo del proyecto pero que no están ligados directamente con el desarrollo del sistema: gasto de teléfono, conexión a internet, entre otros. De acuerdo a la plantilla proporcionada por la Universidad, los costes indirectos se corresponden con un 20% de los costes directos.

### 9.2.1. PRESUPUESTO INICIAL

En este apartado se incluye el presupuesto inicial donde se detallan los costes presupuestados para todo el proyecto junto con el presupuesto total estimado.

#### Datos del proyecto

- **Autora:** Ana Hinojosa Sánchez.
- **Departamento:** Informática.
- **Título:** Sistema de recogida de rutas y análisis de las mismas para plataformas móviles.
- **Duración estimada:** 3.6 meses.

#### Gasto de personal

Por la naturaleza individual del proyecto el gasto total del personal del mismo se atribuye a una única ingeniera, siendo ésta la autora de dicho proyecto, Ana Hinojosa Sánchez. La dedicación y el coste de un hombre al mes ha sido calculada teniendo en cuenta el modelo proporcionado por la Universidad Carlos III.

Categoría	Dedicación hombre/mes	Coste hombre/mes	Coste Total
Ingeniero	3.04	2694,39€	8190.95€

Tabla 106. Gasto del personal inicial

#### Gasto de equipos

En este apartado se detallan los gastos relacionados con los equipos que se van a utilizar en el desarrollo del proyecto (indicados en la sección 4.5 del presente documento). En la tabla que se muestra a continuación se detallan los costes imputables a cada uno de ellos. Para ello se han utilizado los datos disponibles en el modelo de la Universidad.

Descripción	Coste	% Uso dedicado al proyecto	Dedicación (meses)	Periodo de depreciación	Coste imputable
Acer Aspire 5750G	600€	100	3.6	60	36€
Star B94M	180€	100	3.6	60	10.80€
Orange Monte Carlo / ZTE Skate	130€	100	3.6	60	7.80€
<b>Coste total</b>					<b>54.60€</b>

Tabla 107. Gasto de equipos inicial

### Gastos de consumibles

En este apartado se detallan los gastos que se han planificado en concepto de consumibles. Dichos gastos se reducen a gastos de oficina: folios, impresión de documentos, bolígrafos, etc. En la tabla número 108 se muestran los gastos planificados para este proyecto.

Descripción	Coste (sin IVA)	Coste total
Material de oficina	30€	30€
<b>Coste total</b>		<b>30€</b>

Tabla 108. Gastos consumibles iniciales

### Gastos de viajes y dietas

En este apartado se detallan los gastos de viaje y dietas estimados durante la realización del proyecto.

Por un lado, en concepto de dietas se ha asignado un importe de ocho euros diarios y, por otro lado, el gasto del combustible por kilómetro se ha establecido en 0.110 € teniendo en cuenta las características del vehículo utilizado.

Los viajes realizados durante el desarrollo del proyecto serán los que se detallan a continuación:

- **Reuniones con el tutor:** se ha estimado que se realizarán dos reuniones al mes con el tutor para lo que se deberá asistir a la Universidad Carlos III de Madrid. La distancia que se deberá recorrer son 26 km (ida y vuelta) aproximadamente. Lo que se traduce en un total de 188 km aproximadamente.
- **Realización de pruebas:** se ha estimado que se necesitarán recorrer 50 km para la realización de pruebas del sistema.

En la tabla que se muestra a continuación se detallan los costes asociados los viajes y dietas:

Descripción	Coste unitario (sin IVA)	Cantidad	Coste imputable
Viajes	0.110 €/km	238 km	26.18€
Dietas	8€/día	80 días	640€
<b>Coste total</b>			<b>666.18€</b>

Tabla 109. Gastos de viajes y dietas iniciales



### Estimación de costes

En la tabla que se muestra a continuación se detalla la estimación de costes del proyecto a partir de los datos y cálculos detallados en los apartados anteriores.

Descripción	Coste
<b>GASTOS DIRECTOS</b>	<b>8941.72€</b>
Gasto de personal	8190.95€
Gasto de equipos	54.60€
Gastos de consumibles	30.00€
Gastos de viaje y dietas	666.18€
<b>GASTOS INDIRECTOS (20%)</b>	<b>1788.34€</b>
<b>TOTAL GASTOS (sin IVA)</b>	<b>10730.07€</b>
21% IVA	2253.31€
<b>TOTAL</b>	<b>12983.38€</b>

Tabla 110. Estimación de costes totales

Como se puede observar, se prevé que el desarrollo del proyecto tenga un coste de 12983.38€.

### 9.2.2. PRESUPUESTO PARA EL CLIENTE

En esta sección se muestra el presupuesto a presentar a un posible cliente. Al presupuesto detallado en el apartado anterior se le suman un porcentaje de riesgo con el que poder hacer frente a imprevistos surgidos y un porcentaje de beneficios. Estos valores se han establecido en un 10% y un 15% respectivamente, en base a los valores utilizados a lo largo de la carrera en otros proyectos.

En la siguiente tabla se muestra el presupuesto a entregar al posible cliente:

Descripción	Coste
<b>GASTOS DIRECTOS</b>	<b>8941.72€</b>
Gasto de personal	8190.95€
Gasto de equipos	54.60€
Gastos de consumibles	30.00€
Gastos de viaje y dietas	666.18€
<b>GASTOS INDIRECTOS (20%)</b>	<b>1788.34€</b>
<b>TOTAL GASTOS SIN RIESGO</b>	<b>10730.07€</b>
Riesgo 10%	1073.00€
<b>TOTAL GASTOS SIN BENEFICIO</b>	<b>11803.07€</b>
Beneficio 15%	1770.46€
<b>TOTAL GASTOS (sin IVA)</b>	<b>13573.53€</b>
21% IVA	2850.44€
<b>TOTAL</b>	<b>16423.98€</b>

Tabla 111. Presupuesto para el cliente

### 9.2.3. COSTE REAL

En este apartado se muestran los costes reales que se han tenido durante el desarrollo completo del proyecto.

### Datos del proyecto

- **Autora:** Ana Hinojosa Sánchez.
- **Departamento:** Informática.
- **Título:** Sistema de recogida de rutas y análisis de las mismas para plataformas móviles.
- **Duración real:** 4.3 meses.

### Gasto de personal

Como se puede observar en el apartado 7.1.2 del presente documento, se ha obtenido una desviación de 14 días en la duración del desarrollo del proyecto, aumentando la duración hasta 4.3 meses.

Categoría	Dedicación hombre/mes	Coste hombre/mes	Coste Total
Ingeniero	3.58	2.694,39€	9645.92€

Tabla 112. Gasto de personal real

### Gasto de equipos

Por la misma razón que el gasto de personal, el gasto de los equipos también ha sufrido una desviación.

Descripción	Coste	% Uso dedicado al proyecto	Dedicación (meses)	Periodo de depreciación	Coste imputable
Acer Aspire 5750G	600€	100	4.3	60	43€
Star B94M	180€	100	4.3	60	12.90€
Orange Monte Carlo / ZTE Skate	130€	100	4.3	60	9.32€
<b>Coste total</b>					<b>65.22€</b>

Tabla 113. Gasto de equipos real

### Gastos de consumibles

Se estimó un gasto de material de oficina de un total de 30€. Se ha producido una desviación en este aspecto ya que se ha necesitado más material del previsto, especialmente en impresión de documentos.

Descripción	Coste (sin IVA)	Coste total
Material de oficina	39.50€	39.5€
<b>Coste total</b>		<b>39.5€</b>

Tabla 114. Gastos consumibles reales

### Gastos de viajes y dietas

En este apartado se detallan los gastos de viaje y dietas reales en los que se ha incurrido durante la realización del proyecto.

El cálculo de los viajes estimados ha sufrido un aumento debido al aumento de la duración del proyecto y una estimación errónea de los kilómetros necesarios para la realización de las pruebas del sistema:

- **Reuniones con el tutor:** se han realizado un total de nueve reuniones con el tutor a lo largo del desarrollo del proyecto. Lo que se traduce en un total de 234 km aproximadamente.
- **Realización de pruebas:** se ha calculado que durante las pruebas del sistema ha sido necesario recorrer aproximadamente 70 km.

En la tabla que se muestra a continuación se detallan los costes reales asociados los viajes y dietas:

Descripción	Coste unitario (sin IVA)	Cantidad	Coste imputable
Viajes	0.110 €/Km	304 km	33.44€
Dietas	8€/día	80 días	640€
<b>Coste total</b>			<b>673.44€</b>

Tabla 115. Gastos de viajes y dietas reales

### Costes totales reales

En la tabla que muestra a continuación se detalla la estimación de costes del proyecto a partir de los datos y cálculos detallados en los apartados anteriores.

Descripción	Coste
<b>GASTOS DIRECTOS</b>	<b>10424.07€</b>
Gasto de personal	9645.92€
Gasto de equipos	65.22€
Gastos de consumibles	39.5€
Gastos de viaje y dietas	673.44€
<b>GASTOS INDIRECTOS (20%)</b>	<b>2084.81€</b>
<b>TOTAL GASTOS (sin IVA)</b>	<b>12508.89€</b>
21% IVA	2626.86€
<b>TOTAL</b>	<b>15135.75€</b>

Tabla 116. Total costes reales

Por tanto, el coste real de del desarrollo del proyecto asciende a un total de 15135.75€.

### 9.3. DESVIACIONES

Analizando los resultados de las secciones anteriores, se puede observar que se ha obtenido una desviación en la planificación de la duración del proyecto, lo que ha provocado un aumento en los costes del mismo.

Inicialmente se planificó que el desarrollo completo del proyecto ocuparía 80 días, desde el 3 de Febrero de 2014 hasta el 23 de Mayo del mismo año. Sin embargo, la finalización del mismo se retrasó 14 días, hasta un total de 94, finalizando así el 12 de Junio de 2014. En la tabla que se muestra a continuación, se detalla la desviación obtenida:

TAREA	PLANIFICADO	REAL	DIFERENCIA	%
<b>TRABAJO DE FIN DE GRADO</b>	<b>80 días</b>	<b>94 días</b>	<b>14 días</b>	<b>17.5%</b>
<b>ESTADO DEL ARTE</b>	<b>6 días</b>	<b>3 días</b>	<b>-3 días</b>	<b>-50%</b>
<b>PLANIFICACIÓN INICIAL</b>	<b>7 días</b>	<b>9 días</b>	<b>2 días</b>	<b>28.57%</b>
Objetivos	1 días	1 día	0 días	0%
Estimación de duración y costes	1 días	1 día	0 días	0%
Tecnologías aplicadas	5 días	7 días	2 días	40%
<b>ANÁLISIS</b>	<b>10 días</b>	<b>10 días</b>	<b>0 días</b>	<b>0%</b>
Requisitos de usuario	3 días	5 días	2 días	66.66%
Casos de uso	2 días	3 días	1 día	-40%
Requisitos de software	5 días	2 días	-3 días	-60%
<b>DISEÑO</b>	<b>5 días</b>	<b>6 días</b>	<b>1 día</b>	<b>20%</b>
Interfaces	2 días	2 días	0 días	0%
Datos	1 días	1 días	0 días	0%
Pruebas	2 días	3 días	1 día	50%
<b>IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>30 días</b>	<b>38 días</b>	<b>8 días</b>	<b>26.66%</b>
<b>IMPLANTACIÓN Y EVALUACIÓN</b>	<b>2 días</b>	<b>3 días</b>	<b>1 día</b>	<b>50%</b>
<b>DOCUMENTACIÓN</b>	<b>20 días</b>	<b>25 días</b>	<b>5 días</b>	<b>25%</b>

Tabla 117. Desviación en la planificación

Como se puede observar, las principales desviaciones han tenido lugar en las fases de planificación inicial, implementación y documentación. Esta desviación se ha debido principalmente a las siguientes razones:

- **La falta de experiencia en la planificación de proyectos:** pese a que este no es el primer proyecto realizado, se considera que no se tiene la suficiente experiencia para realizar una planificación temporal más exacta.
- **Problemas surgidos en la fase de implementación:** como se ha detallado en la sección 6.1, durante la implementación de la parte de captura de rutas del sistema surgieron problemas con las coordenadas recogidas por el GPS, ya que algunas eran erróneas y

la ruta reconstruida no era correcta. Lo que se tradujo en un incremento en la duración de la fase implementación.

Como consecuencia del error cometido en la planificación del desarrollo del proyecto y un error en la estimación de gastos consumibles y viajes, se ha producido un aumento de los costes del mismo. En la tabla número 118 se detallan las desviaciones obtenidas:

Descripción	PLANIFICADO	REAL	DIFERENCIA	%
<b>GASTOS DIRECTOS</b>	<b>8941.72€</b>	<b>10424.07€</b>	<b>1483.35€</b>	<b>16.57%</b>
Gasto de personal	8190.95€	9645.92€	1454.97€	17.76%
Gasto de equipos	54.60€	65.22€	10.62€	19.45%
Gastos de consumibles	30.00€	39.5€	9.50€	31.66%
Gastos de viaje y dietas	666.18€	673.44€	7.26€	1.08%
<b>GASTOS INDIRECTOS (20%)</b>	<b>1788.34€</b>	<b>2084.81€</b>	<b>296.47€</b>	<b>16.57%</b>
<b>TOTAL GASTOS (sin IVA)</b>	<b>10730.07€</b>	<b>12508.89€</b>	<b>1778.82€</b>	<b>16.57%</b>
21% IVA	2253.31€	2626.86€	373.55€	16.57%
<b>TOTAL</b>	<b>12983.38€</b>	<b>15135.75€</b>	<b>2.152.37€</b>	<b>16.57%</b>

Tabla 118. Desviaciones costes

Como se puede observar, la desviación más importante obtenida es la referente a los gastos de personal como consecuencia del aumento de la duración del proyecto. Las otras desviaciones se deben a un error en la estimación de los gastos de viajes y consumibles, pero apenas tienen impacto en la diferencia entre el coste planificado y el real. Como resultado de estas desviaciones, se obtiene un aumento de los costes de 2152.37€, un 16.57% más de lo planificado.

En la siguiente tabla se detalla la desviación obtenida en el beneficio del proyecto previsto en caso de venta a un cliente, teniendo en cuenta el presupuesto del mismo y los costes reales del desarrollo:

	PALNIFICADO	REAL	DIFERENCIA	%
<b>BENEFICIO</b>	<b>3440.60€</b>	<b>1288.23€</b>	<b>2152.37€</b>	<b>-62.55%</b>

Tabla 119. Desviaciones beneficio

Como se puede observar se había previsto obtener un beneficio de 3440.60€, sin embargo, se ha obtenido un 62.55% menos, 1288.23€.

## CAPÍTULO 10. CONCLUSIONES

En esta sección se detallan las conclusiones obtenidas tras el desarrollo del presente proyecto. Se describirán las conclusiones personales obtenidas indicando qué asignaturas cursadas durante la carrera han sido de mayor utilidad para desarrollar el proyecto y qué conocimientos nuevos se han adquirido tras la finalización del mismo. También se detallarán las conclusiones que se han extraído tras la finalización del sistema y de su proceso de desarrollo.

### 10.1. CONCLUSIONES PERSONALES

Uno de los principales objetivos de la realización del Trabajo de Fin de Grado es demostrar que se ha adquirido la capacidad para desarrollar un proyecto utilizando los conocimientos y destrezas adquiridas durante toda la carrera.

En el presente proyecto han sido especialmente importantes los conocimientos adquiridos tras cursar las asignaturas de:

- **Interfaces de Usuarios y Tecnologías Informáticas para la Web:** en estas asignaturas se obtuvieron conocimientos relacionados con las tecnologías web tales como iniciación a la programación en JavaScript, HTML, CSS, etc. También se adquirieron conocimientos para el diseño de interfaces de usuario.
- **Asignaturas relacionadas con el aprendizaje de programación (Programación, Estructura de datos y algoritmos, Programación orientada a objetos, etc.):** el desarrollo del presente proyecto requería conocimientos de programación para implementar la funcionalidad del sistema.
- **Principios de Ingeniería del Software, Procesos de desarrollo del Software y Dirección de desarrollo de proyectos de Software:** asignaturas que han sido de gran utilidad para la realización de la documentación asociada al proyecto.
- **Seguridad en Dispositivos Móviles:** primera toma de contacto con el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles y los mecanismos seguridad relacionados con ellos.

Por otro lado, se han adquirido nuevos conocimientos tras la realización del Trabajo de Fin de Grado:

- **Frameworks de desarrollo de aplicaciones móviles:** antes de la realización del proyecto no se conocía ninguna plataforma de este tipo. A su finalización se poseen amplios conocimientos sobre los dos utilizados, PhoneGap y jQuery Mobile.
- **Conocimientos altos en tecnologías web:** se han ampliado de forma significativa los conocimientos que se tenían en HTML, CSS y JavaScript.
- **Sistemas de mapas:** se han adquirido conocimientos en el funcionamiento de servidores de mapas, concretamente en el de Google Maps y los servicios que ofrece como enrutamiento, creación y personalización de mapas, etc.
- **Experiencia en la planificación de proyectos:** tras la el desarrollo del proyecto se ha adquirido nueva experiencia en relación a la planificación, por lo que se considera que en otros futuros, la planificación será más ajustada a la realidad.

## 10.2 CONCLUSIONES DE PRODUCTO

Al inicio del presente Trabajo de Fin de Grado, se propuso el desarrollo de un sistema de recogida de rutas y análisis de las mismas para plataformas móviles basado en el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) del dispositivo, que ofreciera a los usuarios la posibilidad de:

- Recoger y almacenar los recorridos de las rutas realizadas.
- Personalizar las rutas añadiendo fotografías, marcadores en el mapa, anotaciones personales, etc.
- Trabajar con las rutas almacenadas ofreciendo la posibilidad de consultar las indicaciones necesarias para repetir la ruta almacenada de la forma más corta, ordenar la lista de rutas almacenadas en base a diferentes criterios, etc.

Tras finalizar el desarrollo del sistema y analizando los resultados de las pruebas realizadas, se puede concluir que se han alcanzado los objetivos propuestos al inicio del mismo. De este modo, el sistema final desarrollado es capaz de:

- Recoger el recorrido de una ruta realizada por el usuario utilizando el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) del dispositivo pudiendo utilizar otros servicios y funcionalidades del dispositivo durante la captura.
- Pausar y reanudar la captura de una ruta.
- Almacenar las rutas recogidas en el sistema junto con la información adicional de cada una de ellas (duración, distancia recorrida, etc.).
- Ofrecer a los usuarios la posibilidad de personalizar las rutas realizadas añadiendo fotografías, marcadores en el mapa, anotaciones personales, etc. y de tratar con ellas consultado la ruta más corta, editando su información, ordenando la lista de rutas según el criterio seleccionado, etc.
- Ofrecer al usuario las indicaciones necesarias para regresar a la dirección de su domicilio almacenada en su perfil.

Como se ha comentado en el apartado anterior, se poseía experiencia previa en el desarrollo de aplicaciones móviles obtenida tras cursar la asignatura de “Seguridad en Dispositivos Móviles”. En ella se propuso el desarrollo de una aplicación nativa de mensajería instantánea para plataformas Android. Las conclusiones que se pueden sacar comparando el desarrollo y rendimiento de una aplicación nativa con el de una aplicación híbrida como la desarrollada en el presente proyecto son las siguientes:

- Las aplicaciones híbridas tienen limitado el acceso a las características nativas del dispositivo a las que ofrecidas el *framework* de desarrollo elegido mientras que una nativa ofrece acceso directo y completo a las mismas.
- Las aplicaciones híbridas son multiplataforma, es decir, el código puede ser reutilizado para ser desplegado en otros sistemas operativos. Por el contrario, en una aplicación nativa el código no es reutilizable ya que está escrito en el lenguaje específico de cada plataforma. Por ello, el mantenimiento y actualizaciones de las aplicaciones híbridas es más rápido que el de las nativas.
- El rendimiento de una aplicación nativa es superior al de una aplicación híbrida.

Por tanto, a la hora de desarrollar una aplicación para un dispositivo móvil, la elección entre aplicación nativa o multiplataforma dependerá del tipo de sistema que se desee desarrollar. Será necesario valorar las características que poseerá el mismo y ver qué tipo de aplicación se adapta mejor a sus necesidades.

Por ejemplo, si en el desarrollo de un sistema se desea conseguir un rendimiento muy alto, como en juegos con gráficos de alta calidad, la opción más adecuada será desarrollar una aplicación nativa. Mientras que si se desea desarrollar una aplicación sencilla de manera rápida para múltiples plataformas, desarrollar una aplicación híbrida es la mejor opción.



### 10.3. CONCLUSIONES DE PROCESO

Para el desarrollo del proyecto se han llevado a cabo una serie de etapas, como se puede ver en la descripción realizada en la sección de 9.1 del presente proyecto: estado del arte, planificación inicial, análisis, diseño, implementación, implantación y evaluación y documentación.

Como se ha detallado en la sección antes mencionada, se ha obtenido una desviación en la duración del proyecto prevista lo que se ha traducido en un aumento de los costes del mismo y una disminución de los beneficios obtenidos.

El error cometido en la estimación de la duración se ha atribuido principalmente a la falta de experiencia en la planificación de proyectos y los problemas surgidos durante la fase de implementación.

Las conclusiones sacadas tras el análisis de las desviaciones y los motivos que las han causado son las siguientes:

- Realizar una planificación correcta para el desarrollo de un proyecto tiene una gran importancia ya que una desviación en la duración del mismo tiene un gran impacto en los costes del mismo. Esto se puede observar en el presente Trabajo de Fin de Grado, en el que un aumento del 17.5% de la duración del proyecto se ha traducido en 64% menos de los beneficios esperados.
- En futuros proyectos se tendrá en cuenta a la hora de realizar la estimación de la duración los posibles problemas que surjan a lo largo de las fases de las que se componga el proyecto. Aunque en el presente Trabajo de Fin de Grado los principales problemas se han obtenido en la fase de implementación, es necesario proveer posibles problemas en cualquiera de las fases.

## CAPÍTULO 11. TRABAJOS FUTUROS

En este capítulo se plantean las líneas de desarrollo futuras que pueden ser estudiadas y llevadas a cabo tras la realización del este proyecto.

### Despliegue en otras plataformas móviles

Pese a que el desarrollo del proyecto se ha realizado utilizando Android como plataforma principal, uno de los objetivos principales es que el sistema desarrollado sea accesible al mayor número de usuarios posibles, por lo que como trabajo futuro se plantea el despliegue del mismo en las principales plataformas del mercado (iOS, Blackberry y Windows Phone).

### Seguridad de la aplicación

El sistema desarrollado trata información sensible del usuario ya que almacena numerosas ubicaciones geográficas del mismo. Proteger esta información es una cuestión muy importante para mantener la privacidad del usuario en caso de pérdida o robo del dispositivo.

Para ello, se ha propuesto implementar un sistema de seguridad basado en una clave definida por el usuario (*Password Based Encryption*) a partir de la cual se cifrarán y descifrarán los datos almacenados en el sistema. Las características de este sistema de seguridad son:

- La aplicación se bloqueará cuando no se esté ejecutando o cuando pase cierto tiempo sin usarse y no podrá ser utilizada hasta que el usuario introduzca la contraseña de desbloqueo.
- La contraseña de desbloqueo de la aplicación deberá solicitarse al usuario en el primer inicio de la aplicación. Con ella se realizará el cifrado y descifrado de los datos almacenados. Sin ella no se podrá acceder a los datos en claro almacenados salvo que se realicen ataques por fuerza bruta.
- Cuando la aplicación está desbloqueada, los datos del sistema están almacenados en claro y la contraseña deberá almacenarse para realizar el cifrado de datos cuando sea necesario, por lo que deberán tomarse las medidas de seguridad adecuadas para almacenarla.

Las decisiones de diseño que sea necesario tomar, como por ejemplo la elección de los algoritmos de cifrado tanto para la base de datos como para la contraseña o la elección del tiempo hasta el bloqueo de la aplicación, se realizarán en el futuro.

### Almacenamiento en la nube

Otra de las mejoras planteadas para el sistema desarrollado es la opción de utilizar un servicio de almacenamiento en la nube como el ofrecido por Datastore Dropbox [46]. A través de este servicio se conseguiría:

- **Disminuir el peso de la aplicación:** los datos que se necesiten almacenar en el sistema no estarían alojados en el dispositivo del usuario por lo que el peso de la aplicación sería menor.

- **Compartición de datos:** a través de las funciones de compartición de datos ofrecidos por los servicios de almacenamiento en la nube, se podrían compartir rutas entre los diferentes usuarios de la aplicación.

### Sincronización con las redes sociales

Actualmente las redes sociales como Twitter, Facebook, Instagram o Google+ [47] han adquirido una gran importancia. Millones de usuarios las utilizan a diario para comunicarse entre ellos y compartir fotografías, vídeos, actividades, etc. Por ello, una característica atractiva de las nuevas aplicaciones que se desarrollan, es la posibilidad de compartir la actividad realizada en las redes sociales.

Añadiendo esta característica al presente proyecto, los usuarios podrían compartir con sus amigos o seguidores de las diferentes redes sociales las rutas que realicen, mostrando su información, fotografías, etc. También podría servir para dar publicidad a la aplicación y conseguir llegar a un mayor número de usuarios.

### Activación automática del GPS

Como se ha comprobado tras la realización de las pruebas de aceptación, una de las mejoras propuestas por los usuarios es la activación automática del sistema GPS del dispositivo, por lo que añadir esta funcionalidad sería un aspecto positivo.

### Mejoras en el cálculo de la ruta más corta

Como se ha especificado en la sección 6.3 del capítulo de “Implementación” el cálculo de la ruta más corta entre dos puntos está limitada a la inclusión de ocho hitos en la misma. Se plantea la posibilidad de ampliar este número hasta los 23 que ofrece la versión *Business* de Google Maps.

Además se ofrecerá al usuario la posibilidad de elegir qué marcadores de los insertados durante la captura del recorrido de una ruta desea establecer como hito en el cálculo de la ruta más corta.

## REFERENCIAS

- [1] **Facebook.** Herramienta social que pone en contacto a la gente con sus amigos y con otras personas que trabajan, estudian y viven en su entorno. Página web: <https://www.facebook.com/>.
- [2] **Instagram.** Aplicación para compartir fotos. Página web: <http://instagram.com/>.
- [3] **Twitter.** Aplicación web gratuita de *microblogging*. Página web: <http://www.twitter.com/>.
- [4] **Informe aplicaciones septiembre 2013.** Aplicación web gratuita de *microblogging*. Página web: <http://madrid.theappdate.com/informe-apps-2013/>.
- [5] **Sun Microsystems.** Empresa de informática adquirida por Oracle en el año 2009. Página web: <http://www.oracle.com/us/sun/index.html>.
- [6] **GPS-Tracks.** Aplicación de recogida de rutas. Página web: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.GPSTracks&hl=es>.
- [7] **GPS-Tracks.com.** Empresa desarrolladora de la aplicación GPS-Tracks. Página web: <http://www.gps-tracks.com/>.
- [8] **My Tracks.** Aplicación de recogida de rutas desarrollada por Google. Página web: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.maps.mytracks&hl=es>.
- [9] **Runtastic.** Aplicación de recogida de rutas para actividades deportivas. Página web: <https://www.runtastic.com/es>.
- [10] **iCloud.** Sistema de almacenamiento nube o *cloud computing* de Apple Inc. Página web: <https://www.icloud.com/>.
- [11] **Runmeter GPS Pedometer.** Aplicación de recogida de rutas para actividades deportivas. Página web: <https://play.google.com/store/apps/details?id=gps.pedometer.sports.running.app.odometer>.
- [12] **Nike+ Running.** Aplicación de recogida de rutas para actividades deportivas. Página web: [https://secure-nikeplus.nike.com/plus/products/gps\\_app/](https://secure-nikeplus.nike.com/plus/products/gps_app/).
- [13] **All Sport GPS.** Aplicación de recogida de rutas para actividades deportivas. Página web: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.trimble.outdoors.gpsapp.android&hl=es>.
- [14] **Endomondo Sports Tracker.** Aplicación de recogida de rutas para actividades deportivas. Página web: <http://www.endomondo.com/>.
- [15] **Métrica v3.** Metodología de planificación, desarrollo y mantenimiento de sistemas de información promovida por el Ministerio de Administraciones Públicas. Página web: [http://administracionelectronica.gob.es/pae/Home/pae\\_Documentacion/pae\\_Metodolog/pae\\_Metrica\\_v3.html#U6NQrZR\\_vC8](http://administracionelectronica.gob.es/pae/Home/pae_Documentacion/pae_Metodolog/pae_Metrica_v3.html#U6NQrZR_vC8).
- [16] **Universidad Carlos II de Madrid.** Universidad pública de la Comunidad de Madrid. Página web: <https://www.uc3m.es>.
- [17] **LOPD.** Ley Orgánica de Protección de Datos. Página web: <http://www.boe.es/boe/dias/1999/12/14/pdfs/A43088-43099.pdf>.

- [18] **Ley de Propiedad intelectual.** Página web: <https://www.boe.es/buscar/pdf/1996/BOE-A-1996-8930-consolidado.pdf>.
- [19] **Google Play.** Mercado de aplicaciones del sistema operativo Android. Página web: <https://play.google.com/>.
- [20] **App Store.** Mercado de aplicaciones del sistema operativo iOS. Página web: <https://itunes.apple.com/es/genre/ios/id36?mt=8>.
- [21] **Appcelerator Titanium.** *Framework* para el desarrollo de aplicaciones móviles nativas interpretadas. Página web: <http://www.appcelerator.com/>.
- [22] **PhoneGap.** *Framework* para el desarrollo de aplicaciones móviles híbridas. Página web: <http://phonegap.com/>.
- [23] **jQuery Mobile.** *Framework* para el desarrollo de interfaces de aplicaciones móviles. Página web: <http://jquerymobile.com/>.
- [24] **Sencha Touch.** *Framework* para el desarrollo de interfaces de aplicaciones móviles. Página web: <https://www.sencha.com/>.
- [25] **RhoMobile Suite.** *Framework* para el desarrollo de aplicaciones móviles nativas interpretadas. Página web: <http://phonegap.com/>.
- [26] **Ruby.** Lenguaje de programación utilizado por RhoMobile Suite. Página web: <https://www.ruby-lang.org/es/>.
- [27] **IDC.** International Data Corporation. Página web: <http://idc.com/>.
- [28] **Android.** Sistema operativo para plataformas móviles. Página web: <http://adroid.com/>.
- [29] **Cuota de Registro Google Play.** Cuota de registro en Google Play para la publicación de aplicaciones Android. Página web: <https://support.google.com/googleplay/android-developer/answer/113468?hl=es>.
- [30] **iOS.** Sistema operativo para plataformas móviles. Página web: <http://www.apple.com/es/ios/>.
- [31] **Apple.** Empresa desarrolladora del sistema operativo iOS. Página web: <http://www.apple.com/>.
- [32] **Licencia desarrollador iOS.** Cuota para la obtención de la licencia de desarrollador del sistema operativo iOS. Página web: <https://developer.apple.com/programs/ios/>.
- [33] **Estudio versiones Android.** Estudio realizado por Google sobre la distribución de las distintas versiones del sistema operativo. Página web: <http://www.xatakandroid.com/mercado/jelly-bean-ya-esta-presente-en-el-60-1-de-dispositivos-android-y-kitkat-en-el-1-8>.
- [34] **Dreamweaver.** Entorno de desarrollo web. Página web: <http://www.adobe.com/es/products/dreamweaver.html>.
- [35] **PhoneGap Build.** Herramienta para la construcción de aplicaciones móviles en la nube de PhoneGap. Página web: <https://build.phonegap.com/>.
- [36] **Eclipse.** Entorno de desarrollo creado por IBM. Página web: <http://www.eclipse.org/>.
- [37] **IBM.** Empresa internacional de tecnología y consultoría. Página web: <https://www.ibm.com/>.
- [38] **Android Studio.** Entorno de desarrollo para aplicaciones web Android. Página web: <http://developer.android.com/sdk/installing/studio.html>.

- [39] **SQLite**. Sistema para la gestión de bases de datos relacionales. Página web: <http://www.sqlite.org/>.
- [40] **Google Maps**. Sistema de mapas desarrollado por Google. Página web: <https://www.google.es/maps/>.
- [41] **Bing Maps**. Sistema de mapas desarrollado por Bing. Página web: <http://www.bing.com/maps/>.
- [42] **Bing**. Buscador web desarrollado por Microsoft. Página web: <https://www.bing.com/>.
- [43] **MapQuest**. Sistema de mapas online. Página web: <http://www.mapquest.com/>.
- [44] **Microsoft Office**. Suite ofimática desarrollada por Microsoft. Página web: <http://office.microsoft.com/es-es/>.
- [45] **API Google Maps**. Página web: <https://developers.google.com/maps/documentation/>.
- [46] **DataStore Dropbox**. Sistema de almacenamiento en la nube desarrollado por Dropbox. Página web: <https://www.dropbox.com/developers/datastore>.
- [47] **Google+**. Red social desarrollada por Google. Página web: <https://plus.google.com>.

## ANEXO A. PLANTILLAS

En este anexo se incluyen las plantillas que han sido necesarias utilizar lo largo del presente documento.

## 1. REQUISITOS

La plantilla utilizada para la definición de los requisitos, tanto de usuario como de software, y la descripción de sus diferentes atributos es la siguiente:

IDENTIFICADOR			
DESCRIPCIÓN			
FUENTE	<input type="checkbox"/> D. Hinojosa <input type="checkbox"/> Alumno	ESTABILIDAD	<input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
VERIFICABILIDAD	<input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	PRIORIDAD	<input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
NECESIDAD	<input type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		

Tabla 120. Plantilla requisitos de usuario

- **Identificador:** cada requisito tendrá un identificador unívoco, que permita especificar el requisito de manera clara y concisa para facilitar el orden y la búsqueda del mismo. Además, se añadirá un nombre que permitirá referirse al requisito de manera sencilla y proporcionará un resumen de su contenido. No es necesario que los nombres sean únicos en el conjunto de requisitos.
- **Descripción:** describe la condición que debe satisfacer el sistema para cumplir con el requisito.
- **Prioridad:** define la importancia relativa del requisito en el proyecto. Los posibles valores son baja, media y alta.
- **Necesidad:** indica la incidencia que tiene el requisito en la funcionalidad del sistema, indicando el nivel de indispensabilidad del requisito en el proyecto. Los posibles valores son:
  - **Necesario:** el requisito es indispensable para el desarrollo del proyecto.
  - **Deseable:** es un requisito importante para el buen desarrollo del proyecto, pero no indispensable.
  - **Opcional:** la importancia del requisito para el buen desarrollo del proyecto es baja, pero supondría la adición de una característica más para el mismo.
- **Verificabilidad:** evalúa la facilidad de comprobar que el requisito está implementado. Los posibles valores son baja, media y alta.
- **Fuente:** indica el origen del requisito, indicando si ha sido propuesto por David Hinojosa o por el alumno.
- **Estabilidad:** evalúa la probabilidad de que el requisito cambie a lo largo del proyecto. Los posibles valores son baja, media y alta.

## 2. CASOS DE USO

La plantilla utilizada para la definición de los casos de uso del sistema y la descripción de sus atributos es la que se muestra a continuación:

IDENTIFICADOR	
ACTORES	
PRECONDICIONES	
POSCONDICIONES	
FLUJO NORMAL	
FLUJO ALTERNATIVO	

Tabla 121. Plantilla casos de uso

- **Identificador:** cada caso de uso tendrá un identificador unívoco, que permita identificar el caso de uso de manera clara y concisa para facilitar el orden y la búsqueda del mismo. Además, se añadirá un nombre que permitirá referirse al mismo de manera sencilla, y proporcionará un resumen de su contenido. No es necesario que los nombres sean únicos en el conjunto de los casos de uso.
- **Descripción:** especifica el caso de uso identificado en el sistema.
- **Actores:** especifica el actores o actores que realiza el caso de uso.
- **Precondiciones:** describe las condiciones que se deben dar en el sistema para poder llevar a cabo el caso de uso.
- **Flujo normal:** detalla los pasos que es necesario seguir para llevar a cabo el caso de uso en un escenario normal.
- **Flujo alternativo:** detalla los pasos que es necesario seguir para llevar a cavo el caso de uso en un escenario alternativo.



### 3. PRUEBAS DEL SISTEMA

La plantilla utilizada para el diseño de las pruebas del sistema y la descripción de sus atributos es la que se muestra a continuación:

IDENTIFICADOR	
DESCRIPCIÓN	
OBJETIVO	
REQUISITOS	
RESULTADO ESPERADO	

Tabla 122. Plantilla de pruebas del sistema

- **Identificador:** cada prueba tendrá un identificador unívoco que permita identificar a la prueba de manera clara y concreta. Tendrá la forma *PRS-XXX: nombre*, dónde XXX será el número de la prueba. Después se añadirá un nombre que proporcionará un resumen de su contenido.
- **Descripción:** breve explicación de la prueba.
- **Objetivo:** breve explicación de qué parte del sistema se pretende verificar con la realización de la prueba.
- **Requisitos:** lista de requisitos de software funcionales relacionados con la prueba.
- **Resultado esperado:** descripción del resultado que se espera obtener con la prueba.

La plantilla utilizada para mostrar los resultados de las pruebas del sistema y la descripción de sus atributos es la que se muestra a continuación:

IDENTIFICADOR		
DESCRIPCIÓN		
RESULTADO	Star B94M	Orange Monte Carlo/ZTE Skate

- **Identificador:** campo que hace referencia al identificador de la prueba del sistema.
- **Descripción:** breve explicación de la prueba.
- **Resultado:** campo que indica si la prueba se ha realizado con éxito (✓) o no (X) en cada uno de los dispositivos utilizados.

#### 4. PRUEBAS DE ACEPTACIÓN

La plantilla utilizada para la realización de las pruebas de aceptación y la descripción de sus atributos es la que se muestra a continuación:

IDENTIFICADOR		
DISPOSITIVO		
USUARIO	Nombre	Nivel de conocimiento
CRÍTICA		

Tabla 123. Plantilla de pruebas de aceptación

- **Identificador:** cada prueba tendrá un identificador unívoco que permita identificar a la prueba de manera clara y concreta. Tendrá la forma *PRA-XXX: nombre*, dónde XXX será el número de la prueba. Después se añadirá un nombre que proporcionará un resumen de su contenido.
- **Dispositivo:** terminal, de los indicados en el apartado de *Entorno de pruebas* en el que se ha realizado la misma.
- **Usuario:** usuario que ha realizado la prueba. Se indica su nombre y el nivel de conocimiento dónde el primer parámetro hace referencia al nivel de conocimiento en rutas y el segundo conocimientos en el uso de dispositivos móviles.
- **Crítica:** opinión personal de los usuarios sobre el sistema.

## ANEXO B: MANUAL DE USUARIO

En este anexo se presenta el manual de usuario. Contiene toda la información relevante para poder utilizar la aplicación. Se incluye una guía rápida que describe las principales acciones que puede realizar el usuario, añadiendo capturas de pantalla para facilitar su comprensión.

### 1. ASPECTOS DE CONFIGURACIÓN

Para poder realizar la captura de una ruta y almacenar una ubicación, el dispositivo debe tener activo el sistema GPS del dispositivo y permitir acceder a la ubicación del mismo. Para ello a “Ajustes” > “Acceso a tu Ubicación” y activar la casilla “Satélites GPS” y “Permitir el acceso a tu ubicación”.



Tabla 124. Configuración GPS

## 2. FUNCIONES DE LOS ICONOS

Los elementos presentes en la aplicación y su funcionalidad asociada son los que se muestran en la siguiente tabla:







Icono	Imagen	Funcionalidad asociada
ATRÁS		Permite volver a la pantalla anterior de la aplicación.
INICIO		Muestra el menú principal.
GUARDAR		Permite almacenar la información introducida.
PANEL		Muestra el panel de opciones de la lista de rutas.
ELIMINAR		Permite eliminar la ruta seleccionada.
EDITAR		Permite editar la información seleccionada.

Tabla 125. Funciones de los botones

### 3. INICIO DE LA APLICACIÓN

Para iniciar la aplicación es necesario pulsar el icono de la misma que se encuentra en el menú de aplicaciones del dispositivo.



Ilustración 18. Menú de aplicaciones

Si es el primer inicio de la aplicación deberán rellenarse los datos de perfil de usuario. Si no es el primer inicio, se mostrará directamente el menú principal del sistema.

#### 3.1. PRIMER INICIO

Durante el primer inicio de la aplicación deberán rellenarse los datos del formulario del perfil de usuario. Para ello deberán seguirse los siguientes pasos:

1. Introducir los datos en los campos del formulario.
2. Seleccionar la opción "Continuar".

Al seleccionar la opción "Continuar" se almacenarán los datos introducidos en el sistema y se mostrará el menú principal del mismo. Ver ilustración número 18.

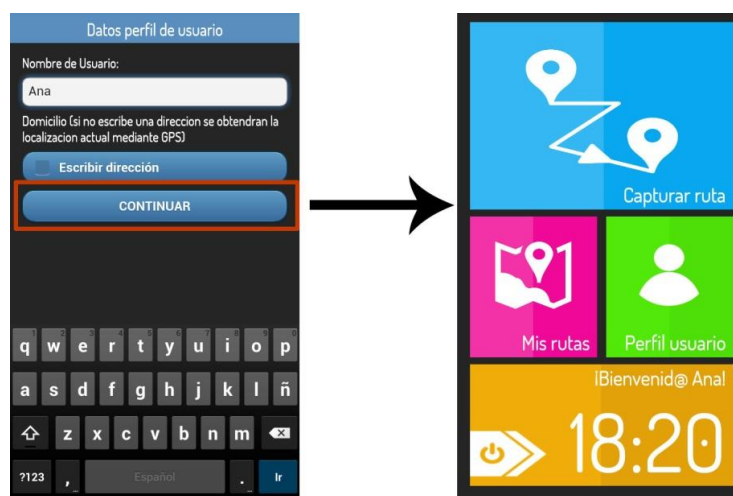
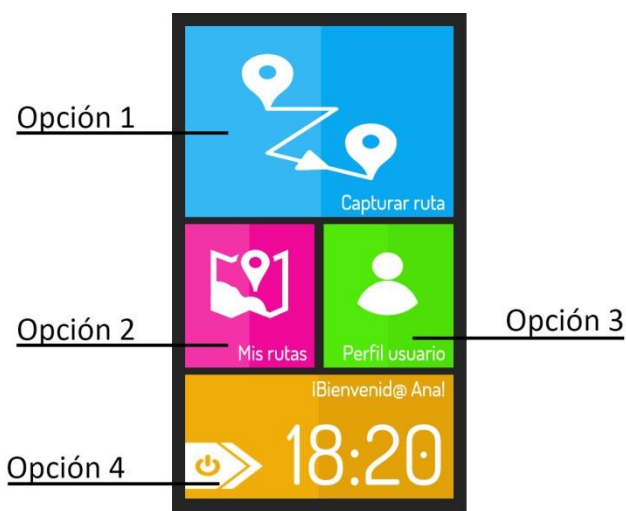


Ilustración 19. Primer inicio

### 3.2. INICIOS POSTERIORES

Una vez registrada la información inicial del usuario en el primer inicio de la aplicación, en inicios posteriores será mostrada directamente la pantalla del menú principal de la aplicación, donde podrán seleccionarse las diferentes acciones que se desee.

- **Opción 1 - Capturar ruta:** permite la captura del recorrido de una ruta.
- **Opción 2 - Mis rutas:** muestra la lista de rutas almacenadas en el sistema.
- **Opción 3 - Perfil usuario:** muestra la información de usuario.
- **Opción 4 - Salir de la aplicación:** cierra la aplicación.



#### 4. CAPTURAR RUTA

Para realizar la captura de una ruta deberán seguirse los siguientes pasos:

1. Seleccionar la opción “Capturar Ruta” del menú principal.
2. Seleccionar el botón de “Play”.
3. Durante la captura de la ruta se realizar las siguientes acciones:
  - **Marcador 1 – Tráfico:** se podrá señalar el inicio y fin de una zona de tráfico pulsando este marcador.
  - **Marcador 2 – Radar:** si se desea señalar la existencia de un radar durante el recorrido deberá pulsarse este marcador.
  - **Marcador 3 – Pto. Interés:** para marcar en el mapa un punto de interés se deberá pulsar el marcador número 3.
  - **Marcador 4 – Parada:** se podrá indicar que se ha realizado una parada en el recorrido pulsado el marcador número 4.
  - **Pausa/reanudación de la ruta:** si se desea pausar la captura de la ruta deberá pulsarse el botón de “Pausa”. Cuando se desea reanudar la misma se deberá pulsar el botón de “Play”.
4. Seleccionar la opción “Stop” cuando se desee finalizar la captura de la ruta y elegir la opción que se desee del cuadro de diálogo:
  - **Opción 1 – Guardar:** finaliza la captura de la ruta y almacena el recorrido de la misma en el sistema.
  - **Opción 3 – Descartar:** finaliza la captura de la ruta sin almacenar su recorrido en el sistema.
  - **Opción 3 – Cancelar:** continúa la captura de la ruta.
5. Si se ha seleccionado la opción 1, rellenar los datos de la ruta en el formulario y añadir fotografías si se desea.
6. Guardar la ruta.

\*La señal GPS debe estar activada para realizar la captura de una ruta (ver sección 1 del manual).

En las siguientes ilustraciones se detalla gráficamente el proceso explicado anteriormente:



Ilustración 21. Captura de una ruta - parte 1



Ilustración 22.Captura de una ruta - parte 2



## 5. GESTIÓN DE RUTAS

Para gestionar las rutas almacenadas en el sistema deberá seleccionarse la opción “Mis rutas” del menú principal. Al seleccionarla se mostrará el listado de rutas almacenadas en el sistema.



Ilustración 23. Lista de rutas

### 5.1. ORDENACIÓN DE LA LISTA DE RUTAS

Para ordenar la lista de rutas almacenadas en el sistema según un determinado criterio deberán seguirse los siguientes pasos:

1. Seleccionar el panel de opciones de la lista de rutas.
2. Seleccionar el criterio que se desee de los disponibles en el panel.

\*Por defecto la lista de rutas está ordenada por fecha (de menor a mayor).

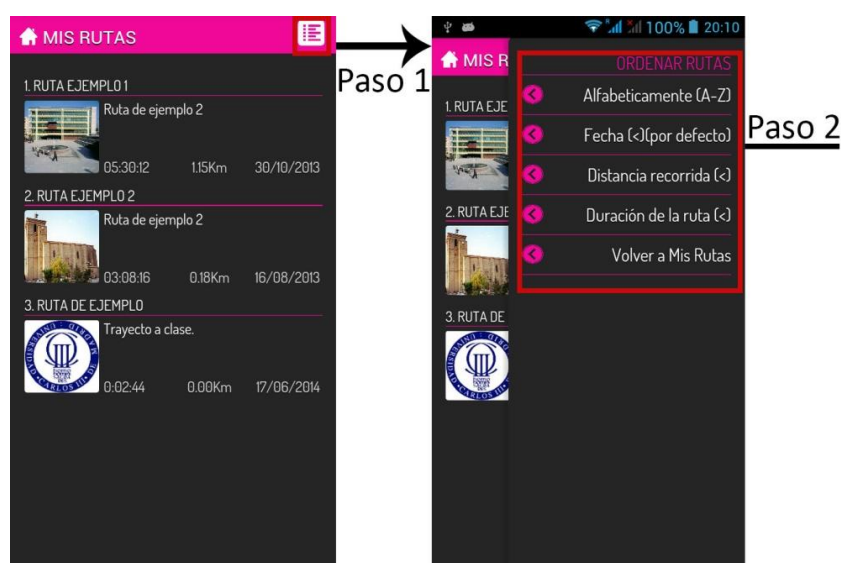


Ilustración 24. Panel para la ordenación de rutas

## 5.2. VISUALIZACIÓN DE UNA RUTA

Para visualizar una determinada ruta se deberá seleccionar una de las disponibles en la lista de rutas. Después se mostrará el mapa de la ruta realizada y tres opciones diferentes:

- **Opción 1 – Ampliar mapa:** muestra el mapa de la ruta a pantalla completa.
- **Opción 2 – Información:** muestra la información completa de la ruta seleccionada.
- **Opción 3 – Ruta más corta:** muestra las indicaciones necesarias para repetir la ruta de la forma.

Opción 1

Opción 2

Opción 3

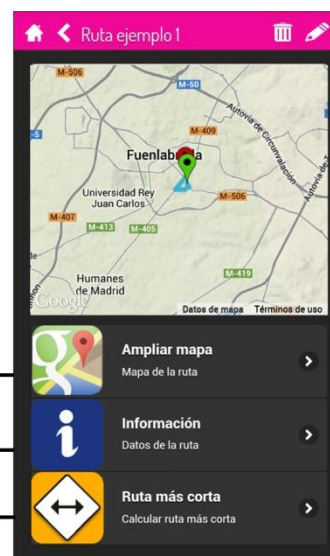


Ilustración 25. Visualización de una ruta

En el mapa de la ruta se puede observar el recorrido de la misma con el siguiente código de colores:

- **Azul:** en este color se muestra el recorrido de la ruta normal.
- **Rojo:** los tramos de tráfico señalados durante la captura de una ruta se muestran en este color.

Los marcadores y sus respectivas imágenes son los que se muestran en la siguiente tabla:

Marcador	Imagen	Descripción
INICIO		Indica la ubicación del punto de inicio de la ruta.
FIN		Indica la ubicación del punto de fin de la ruta.
RADAR		Indica la ubicación de un radar.
PTO. TURÍSTICO		Indica la ubicación de un punto turístico.
PARADA		Indica la ubicación de una parada.

Tabla 126. Marcadores

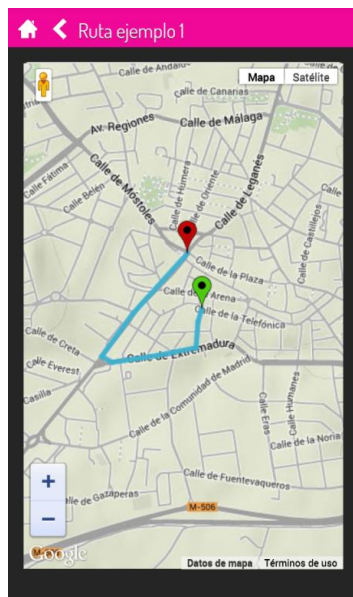


Ilustración 26. Ampliación mapa ruta

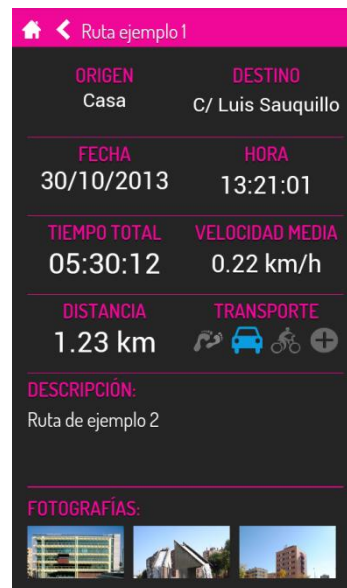


Ilustración 27. Información ruta

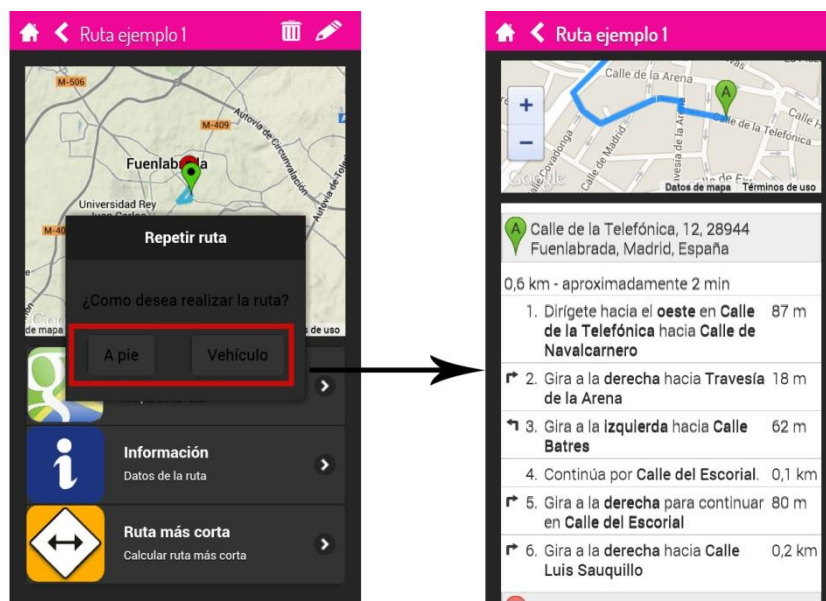


Ilustración 28. Cálculo de la ruta más corta

### 5.3. EDICIÓN DE UNA RUTA

Para realizar la edición de una ruta se deben realizar los siguientes pasos:

1. Seleccionar la ruta que se desee editar de la lista de rutas almacenadas.
2. Pulsar el icono "Editar".
3. Editar la información que se desee.
4. Pulsar el icono "Guardar".

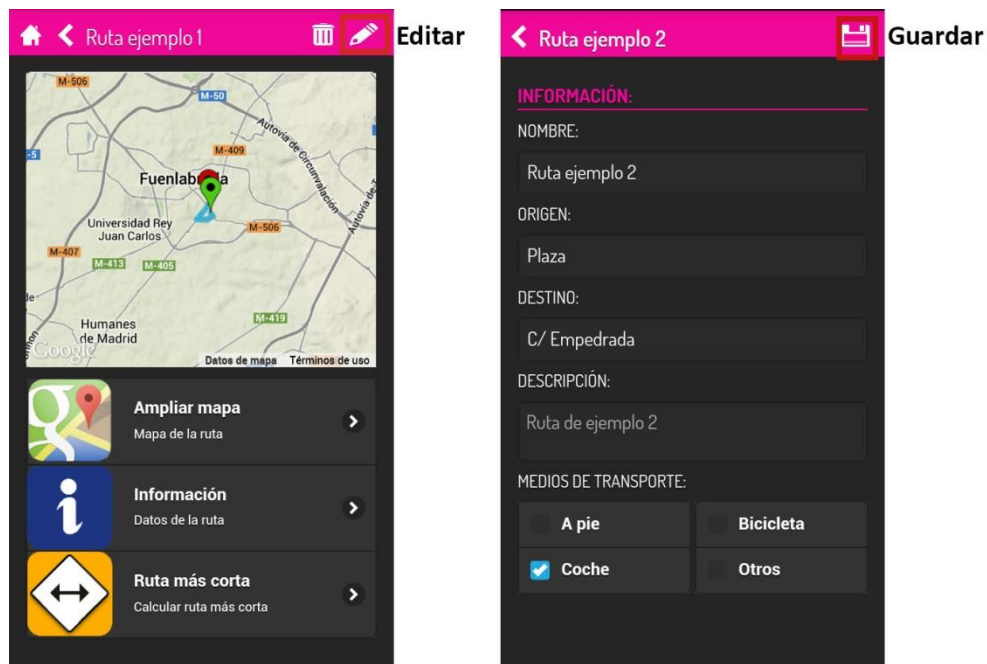


Ilustración 29. Edición de una ruta

## 5.4. ELIMINAR UNA RUTA

Para eliminar una ruta se deben realizar los siguientes pasos:

1. Seleccionar la ruta que se desee eliminar de la lista de rutas almacenadas.
2. Pulsar el icono “Eliminar”.

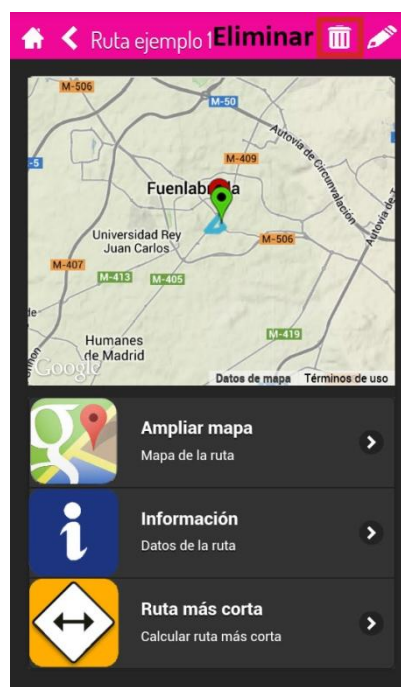


Ilustración 30. Eliminar ruta

## 6. PERFIL DE USUARIO

Para acceder al perfil de usuario deberá seleccionarse la opción “Perfil Usuario” del menú principal.



Ilustración 31. Perfil de usuario

### 6.1. EDICIÓN DEL PERFIL

Para realizar la edición del perfil de usuario se deben realizar los siguientes pasos:

1. Seleccionar la opción de “Perfil de Usuario” del menú principal.
2. Pulsar el icono “Editar”.
3. Editar la información que se desee.
4. Pulsar el icono “Guardar”.

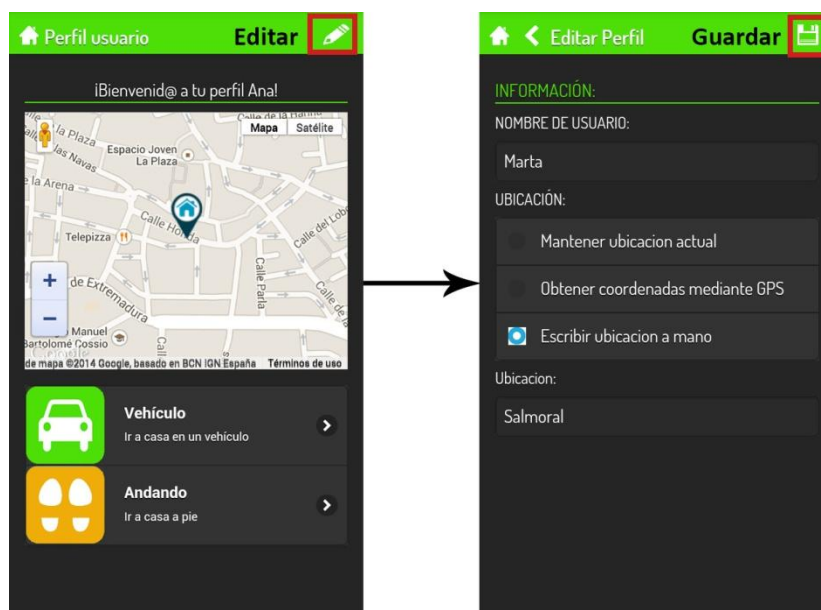


Ilustración 32. Edición del perfil de usuario

## 6.2. INDICACIONES AL DOMICILIO

Para obtener las indicaciones para ir al domicilio se deben realizar los siguientes pasos:

1. Seleccionar la opción de “Perfil de Usuario” del menú principal.
2. Seleccionar una de las opciones: “Vehículo” o “Andando”.

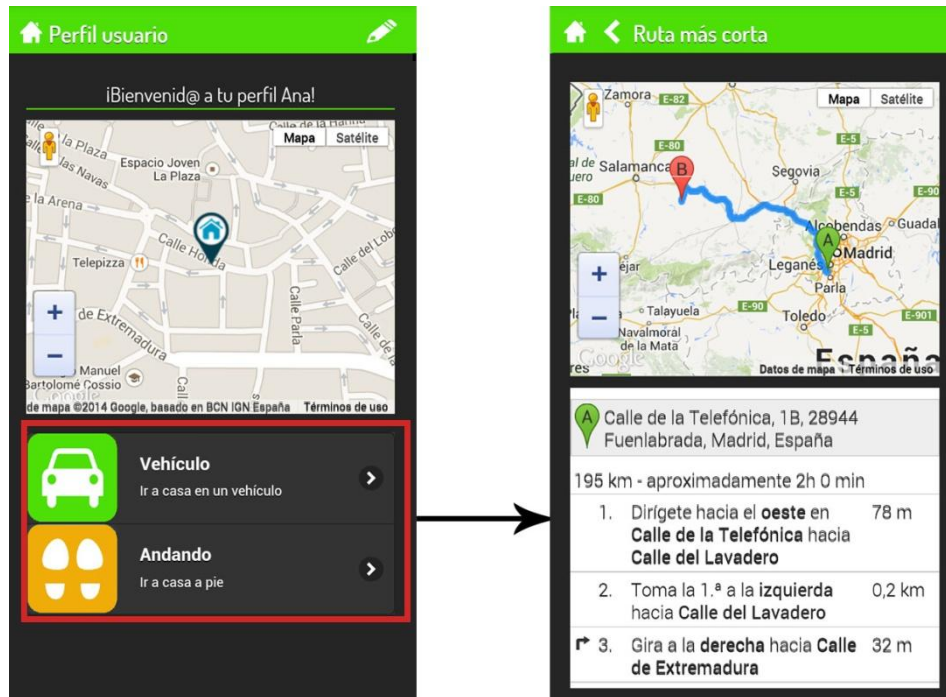


Ilustración 33. Indicaciones domicilio